

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

(E83-10332) MAPPING OF LAND USE AND
GEOMORPHOLOGY IN THE APAPORE PROJECT AREA BY
LANDSAT SATELLITE DATA, VOLUME 1 (Instituto
de Pesquisas Espaciais, Sao Jose) 78 p
HC A05/MF A01

N83-27314

Unclas
CSCL 05B G3/43 00332



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

"Made available under NASA sponsorship
in the interest of free and wide dis-
semination of Earth Resources Survey
Program information and without liability
for any use made thereof."

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

E83-10332

RECEIVED BY
NASA STI FACILITY
DATE: 2/22/83
DCAF NO. 802949
PROCESSED BY
☒ NASA STI FACILITY
☐ ESA - SDS ☐ AIAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

1. Publicação nº INPE-2564-RPE/423	2. Versão	3. Data Nov., 1982	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DDS/DPA	Programa TERRASUL		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) USO DA TERRA GEOMORFOLOGIA SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL MATO GROSSO DO SUL			
7. C.D.U.: 528.711.7:631.47:551.4(817.22)			
8. Título MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E DA GEOMORFOLOGIA NA ÁREA DO PROJETO APAPORÉ, MS, ATRAVÉS DE DADOS DO SATELITE LANDSAT (Volume I)		10. Páginas: 77 11. Última página: 68 12. Revisada por <i>Celina Foresti</i> Celina Foresti	
9. Autoria Armando Pacheco dos Santos Hermann J. Kux Tânia Maria Sausen Ana Maria Teixeira R. Bueno (*) Lorena Ferraro de Souza (*) Joel Sadi D. Nunes (**)		13. Autorizada por <i>Parada</i> Nelson de Jesus Parada Diretor	
Assinatura responsável <i>[Signature]</i>			
14. Resumo/Notas <p>Este trabalho apresenta o mapeamento do uso da terra e da geomorfologia da área do Projeto APAPORÉ, no Estado do Mato Grosso do Sul. O trabalho foi realizado através da interpretação visual de imagens MSS/LANDSAT, canais 5 e 7, e de imagens RBV/LANDSAT, ambas na escala 1:250.000, de 1980. Os resultados mostram que a região é predominantemente pastoril, e que as áreas agrícolas estão concentradas nos municípios ao norte da área de estudo. A área de cerradão é bastante significativa, possibilitando, desta forma, o avanço da fronteira agropastoril. O mapeamento geomorfológico poderá fornecer subsídios para o planejamento da ocupação da terra em áreas ainda pouco desenvolvidas dentro da região estudada.</p> <p>Original photographs from EOS Data Sioux Falls, SD</p>			
15. Observações (*) Técnicos do TERRASUL (**) Técnico do INAMB Este Trabalho é complementado por 2 volumes que contêm mapas (vols. II e III).			

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

ABSTRACT

This report presents the results of a land use and geomorphological mapping of the so-called "Projeto APAPORÉ" area, at Mato Grosso do Sul State. The study was carried out using MSS and RBV/ LANDSAT images (channels 5 and 7 for the MSS) at the scale of 1:250.000 from 1980 through visual interpretation. The results indicate that "pastureland" is the most widespread class and that the agricultural areas are concentrated in the North of the area under study. The area covered with "cerradão" (arboreous SAVANNA type) has a great areal extention, thus permitting the advance of the agricultural frontier. The geomorphological mapping can be useful to regional planning of future land use within the studied area.

Original photography may be purchased
from EROS Data Center
Sioux Falls, SD 57199

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS</u>	3
2.1 - Localização e descrição da área de estudo	3
2.2 - Materiais	8
2.2.1 - Sistema LANDSAT	8
2.2.2 - Materiais utilizados no trabalho	11
2.3 - Métodos	15
2.3.1 - Mapeamento do uso da terra	15
2.3.1.1 - Análise visual	15
2.3.1.2 - Análise automática	17
2.3.2 - Mapeamento geomorfológico	18
2.4 - Trabalho de campo	21
<u>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	27
3.1 - Demarcação dos limites municipais nas imagens	27
3.2 - Definição da Legenda	30
3.3 - Mapeamento do uso da terra	37
3.4 - Análise automática	45
3.5 - Mapeamento geomorfológico	54
<u>CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES</u>	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

PRECEDING PAGE BLANK NOT FILMED

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Localização da área de estudo	4
2.2 - Configuração do satélite LANDSAT	11
3.1 - Tendências do uso da terra na área do Projeto APAPORÉ	44
3.2 - Ampliação da área teste ao vídeo do IMAGE-100	48
3.3 - Classificação automática do uso da terra na área de estudo .	53

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Relação das imagens MSS e RBV/LANDSAT utilizadas no trabalho	12
2.2 - Cartas topográficas utilizadas no trabalho	14
2.3 - Índices de dissecação	21
3.1 - Área dos municípios que compõem o Projeto APAPORÉ (em hectares)	28
3.2 - Comparação entre as áreas dos municípios	29
3.3 - Classes de uso da terra na área do Projeto APAPORÉ	32
3.4 - Área, em hectares, das classes de uso da terra nos municípios do Projeto APAPORÉ	38
3.5 - Percentagem de ocorrência das classes de uso da terra nos municípios do Projeto APAPORÉ	39
3.6 - Matriz de classificação para as classes de uso da terra analisadas	49
3.7 - Média dos níveis de cinza das classes de uso da terra analisadas	51
3.8 - Área ocupada pelas classes de uso da terra obtida através da classificação automática	52
3.9 - Coluna estratigráfica	55
3.10 - Grandes conjuntos morfo-estruturais da área de estudo	59

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Governo do Estado de Mato Grosso do Sul com a finalidade de integrar o desenvolvimento do Estado, elegeu o eixo Apa - Aporé como área merecedora de projeto especial. Através da implantação da diagonal de desenvolvimento, esta área poderá ser melhor explorada em termos de uso da terra, com conseqüente abertura de novas frentes de trabalho, resultando em equilibrada distribuição populacional.

O projeto APAPORÉ, tendo a racionalização do uso da terra como instrumento básico, procurará atingir o homem do campo, através da implantação de infra-estrutura básica necessária ao desenvolvimento da área.

Para o levantamento do uso da terra, o Departamento de Terras e Colonização de Mato Grosso do Sul - TERRASUL, foi designado como o órgão executor. Como a extensão da área a ser estudada e mapeada é muito grande e necessitava-se de informações rápidas e precisas, difíceis de serem obtidas por meios convencionais, o TERRASUL, através de um contrato de serviço com o CNPq-INPE, resolveu utilizar as técnicas de sensoriamento remoto, a nível orbital, para a obtenção dessas informações.

A expressão "Uso da Terra" pode ser compreendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso da terra é de grande importância na medida em que os efeitos de seu uso desordenado causam perturbações no meio ambiente (Santos et alii, 1981). Qualquer que seja a organização espacial do uso da terra em um período, raramente é permanente. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros do uso da terra para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto, o sensoriamento remoto orbital, através da utilização dos dados LANDSAT, se constitui numa técnica fundamental para a obtenção de dados atualizados do uso da terra.

O advento de satélites de levantamento de recursos terres tres, como o LANDSAT, proporcionou uma nova dimensão à aquisição de da dos sobre a terra. Estes satélites têm permitido a muitos governos, em todo o mundo, estabelecer programas de acompanhamento e controle dos re cursos naturais.

O objetivo deste trabalho é utilizar dados do sistema LANDSAT para o levantamento do uso da terra, no eixo compreendido entre os rios Apa e Aporé, no Estado de Mato Grosso do Sul. Paralelamente, se rá realizado o mapeamento geomorfológico com o objetivo de fornecer sub sídios para a ocupação da terra em áreas ainda pouco desenvolvidas no Estado. As informações geradas por este levantamento (uso da terra e geomorfologia) servirão como dados básicos para o planejamento e desen volvimento da área de estudo, nos seus aspectos econômicos e sociais. Es te trabalho, além de demonstrar a efetiva aplicabilidade das técnicas de sensoriamento remoto, possibilitará que o TERRASUL, no final do projeto, tenha uma equipe treinada, capaz de utilizar as imagens do satélite LANDSAT para o levantamento e acompanhamento sistemático das mudanças do uso da terra no Estado do Mato Grosso do Sul.

A área de estudo estende-se ao longo do eixo de 624 km, partindo do rio Apa, na divisa com a República do Paraguai, até o rio Apo ré, na divisa com o Estado de Goiás. Abrange 23 municípios, totalizando aproximadamente 10.000.00 ha.

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, compreendida entre as coordenadas de 18900' e 22930' de latitude Sul e de 51900' a 57930' de longitude Oeste, está localizada na porção central do Estado de Mato Grosso do Sul, com orientação SW-NE, no divisor de águas das bacias dos rios Paranã (a Leste) e Paraguai (a Oeste), conforme mostra a Figura 2.1.

Estendendo-se ao longo de um eixo de 624 km, partindo do rio Apa na divisa com a República do Paraguai até o rio Aporê na divisa com o Estado de Goiás, a área de estudo abrange 23 municípios, com uma área de aproximadamente 10.000.000 ha: Antonio João, Bela Vista, Caracol, Jardim, Guia Lopes da Laguna, Bonito, Nioaque, Anastácio, Sidrolândia, Terenos, Jaraguari, Corguinho, Rochedo, Rio Negro, Bandeirante, São Gabriel D'Oeste, Camapuã, Costa Rica, Cassilândia, Água Clara, Inocência, Paranaíba e Aparecida do Taboado.

Segundo Nimer (1977), a área de estudo apresenta um clima tropical úmido, de 1 a 3 meses secos, onde as chuvas frontais e as tropicais de convergência se fazem mais presentes. O regime de precipitações é tipicamente tropical, com máximas no verão e mínimas no inverno. Em média, chove 45 a 55% do total anual no período de novembro a fevereiro. Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco, ocorrendo as menores precipitações no período de junho a agosto.

A seguir Figura 2.1.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

FOLDOUT FRAME

MATO GROSSO

BOLIVIA 20°00'S

PARAGUAI

ESTADO DE MATO GROSSO
DO SUL



55°00' W

ATO GROSSO

ORIGINAL PAGE 19
OF POOR QUALITY

2
FOLDOUT FRAME



De acordo com o mesmo autor, a área de estudo está sob a influência de dois domínios climáticos:

- O Clima tropical úmido, com 1 a 3 meses secos - sua característica dominante é a frequência de temperaturas elevadas, sendo comuns no verão temperaturas superiores a 33°C. Este tipo de clima está sujeito a mudanças bruscas de temperaturas durante o inverno, aparecendo temperaturas próximas a 0°C. Nesta ocasião, ocorre o fenômeno da geada, porém com pouca intensidade. Nenhum mês apresenta temperatura média inferior a 18°C.
- Clima tropical subquente úmido, com 1 a 3 meses secos - apresenta pelo menos 1 mês com temperatura média inferior a 18°C, compreendendo a área da chapada de Maracaju. As máximas diárias muito elevadas são menos frequentes e no inverno as mínimas diárias muito baixas são mais comuns, ocorrendo inclusive temperaturas inferiores a 0°C acompanhadas de geadas. As temperaturas baixas nessa época são mais frequentes no extremo sul, na região de Bela Vista, até mesmo com temperaturas negativas.

Com relação à hidrografia, a área de estudo é banhada pelos rios que compõem as bacias dos rios Paraguai e Paraná. Os rios de maior expressão na área são o Aquidauana, o Miranda, o Apa, o Coxim e o Negro, pertencentes à bacia do rio Paraguai, e os rios Sucuriu, Verde e Aporé, pertencentes à bacia do rio Paraná.

O principal aspecto da drenagem na área de estudo é a predominância de rios de planalto, cujos perfis longitudinais se apresentam escalonados por zonas de rápidos, corredeiras, ou mesmo quedas d'água. São rios de perfil regularizado os quais, nos baixos cursos, correm sobre planícies aluviais (Santos, 1962).

Esta rede de drenagem caracteriza-se por apresentar um regime tropical, com período de enchente que ocorre durante o verão e de vazão durante o inverno, coincidindo com o regime pluviométrico da área. O débito máximo ocorre no período de fevereiro/março - época de maior plu

viosidade, e o mínimo em julho/agosto - época de menor pluviosidade (Pardé, 1958; Innocêncio, 1977).

A serra de Maracaju funciona como um divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Paraguai e Paraná. Segundo Innocêncio (1977), a escarpa da serra de Maracaju constitui uma cuesta que, devido ao seu alinhamento nordeste-sudoeste, tem a frente voltada para a planície do Pantanal (a oeste) e o reverso para a calha do rio Paraná (a leste). Os rios que drenam a vertente ocidental desta cuesta, em direção ao vale do rio Paraguai, descem em saltos, quedas e corredeiras pelo seu "front" externo, que se apresenta bastante dissecado.

Geologicamente, a área de estudo caracteriza-se por ser uma extensa região de terrenos predominantemente sedimentares, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná. Esta bacia, de idade Paleomesozóica, ocupa uma área aproximada de um milhão de km² no Brasil. A sua extensão N-S no território nacional atinge quase 2000 km, apresentando uma orientação N-NW no seu eixo maior. Abrange parte dos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Goiás (DNPM, 1977).

A Bacia do Paraná definiu-se como unidade autônoma de sedimentação, a partir do Devoniano Inferior, tendo alcançado a sua máxima individualização no Permiano. A sedimentação ocorreu em ambiente pouco perturbado por fenômenos tectônicos. Desta forma, as unidades lito-estratigráficas têm grande continuidade lateral, apresentando pequenas variações de fácies, e são geralmente subparalelas às linhas de tempo (DNPM, 1977).

A Bacia do Paraná constitui um elemento importante no relevo da Região Centro-Oeste. Sobre seus sedimentos mesozóicos (Formações Bauru, Caiuã, Serra Geral e Botucatu) e paleozóicos (Formações Aquidauana, Ponta Grossa e Furnas), intercalados de derrames de lavas, desenvolveram-se relevos planálticos em patamares e cuestas periféricas características da morfoestrutura dessa região.

Na área de estudo, as seqüências sedimentares desta ba
cia, que tiveram seu caráter transgressivo acentuado na era Mesozóica,
são representados por diversas formações, dispostas umas sobre as ou
tras. As camadas sedimentares geralmente inclinam-se das bordas para o
eixo da bacia, sendo que nas formações mais antigas são encontradas as
maiores inclinações.

De acordo com Almeida (1956), o planalto basáltico da Ba
cia do Paraná se apresenta, morfologicamente, como uma sucessão de gran
des plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas principal
mente para leste. Na parte norte deste planalto, as lavas acham-se par
cialmente recobertas por litologias sedimentares mesozóicas. Em quase
toda a sua periferia, o planalto termina em elevadas escarpas, que se
constituem em frentes de cuestas voltadas para as bordas desta extensa
bacia sedimentar.

Os derrames de lavas basálticas (Formação Serra Geral) for
mam o mais importante elemento estrutural da Bacia Sedimentar do Paraná,
por sua resistência face aos processos de erosão diferencial, atuando,
portanto, como mantenedoras dos relevos planálticos.

A borda da Bacia Sedimentar do Paraná é marcada por um ex
tenso alinhamento de cuestas e chapadas. Quando na frente da cuesta o
basalto apresenta grande espessura, sem intercalações de arenito, o pla
nalto toma um aspecto maciço, com escarpas sem muitos festões, com pou
cos testemunhos isolados. Quando a espessura do basalto é pequena e gran
des os desníveis, a cuesta apresenta-se fortemente lobulada, abrigando a
drenagem obsequente entre relevos escarpados e morros testemunhos. Quan
do são numerosas e espessas as intercalações de arenito entre os derra
mes de lavas, os perfis escalonados adquirem grande desenvolvimento, ori
ginando-se plataformas estruturais, que terminam em morros testemunhos
(Almeida, 1956).

Os terrenos Paleozóicos são limitados, a oeste, pela pla
nície do Pantanal. A cuesta da Serra de Aquidauana constitui o limite
desta unidade lito-estratigráfica (Moreira, 1977).

Na área de estudo são encontrados dois principais tipos de vegetação: o cerrado e os campos. Pode-se considerar que, na região Centro-Oeste do país, está o "core" do cerrado, cuja paisagem também se compõe de matas galeria que acompanham os cursos d'água. Segundo Santos et alii (1977) o cerrado coincide com as formas de relevo correspondentes a superfícies aplainadas elevadas, que predominam no Planalto Central.

A maior parte da área estudada é recoberta pelo cerrado, que se encontra, porém, muito alterado devido à ação antrópica na sua substituição por pastagens artificiais e agricultura.

Os campos, apesar de expressivo fâcies no conjunto da paisagem natural da região Centro-Oeste, não ocupam grandes extensões contínuas, aparecendo dispersos em meio ao domínio geral dos cerrados. Tal como o cerrado, ocupam em geral superfícies altas e planas, assumindo aspectos diversos, correspondendo aos campos sujos e aos campos limpos. Os campos sujos correspondem a formas degradadas de cerrado devidas as queimadas repetidas, tão comuns nesta área.

2.2 - MATERIAIS

2.2.1 - SISTEMA LANDSAT

Os satélites da série LANDSAT (LAND SATELLITE) constituem uma versão modificada de satélites meteorológicos da série NIMBUS desenvolvida pela General Electric, e representam os primeiros veículos orbitais civis, não-tripulados, capazes de adquirir dados espaciais, espectrais e temporais da superfície da terra, de forma global, sinótica e repetitiva.

Os satélites LANDSAT (anteriormente conhecidos como ERTS) foram lançados, respectivamente, em 23 de julho de 1972, 22 de janeiro de 1975, 5 de março de 1978. Até a presente data estão em funcionamento o LANDSAT 3, e o LANDSAT-4, lançado em 16 de agosto de 1982.

Os satélites de recursos terrestres LANDSAT deslocam-se em órbita geocêntrica, quase circular e aproximadamente polar, com períodos de 103 minutos e a 920 km de altitude. A órbita é também heliosíncrona, isto é, o ângulo sol-terra-satélite permanece constante ($37,5^{\circ}$), o que garante condições semelhantes de iluminação, ao longo do ano, na área imageada.

Deslocando-se de norte para sul, na parte iluminada, o satélite cruza o equador a cada 103 minutos; nesse intervalo de tempo a terra gira 2760 km (no equador), que é a distância entre as projeções de duas órbitas consecutivas. Ao fim de 24h, 14 órbitas são realizadas; entretanto, as órbitas do dia seguinte aparecem deslocadas 160 km em relação às correspondentes do dia anterior. No 19º dia, o deslocamento desaparece e recomeça um novo ciclo, permitindo que a cada 18 dias sejam obtidos dados de uma mesma região, em condições semelhantes de iluminação. Essa repetitividade permite que uma área possa ser imageada 20 vezes durante o período de 365 dias, desde que a cobertura de nuvens seja favorável.

Os satélites LANDSAT possuem, basicamente, dois tipos de sensores: o MSS (Multispectral Scanner Subsystem), que é um imageador multiespectral de varredura de 4 canais, e o RBV (Return Beam Vidicon), que é um sistema de televisão de 3 canais (um canal no LANDSAT-3).

O Sensor MSS, de varredura contínua, opera na faixa espectral de 0,500 μm a 1,100 μm , produzindo quatro imagens multiespectrais simultâneas, de uma cena imageada, abrangendo cada cena aproximadamente 185 x 185 km. A seguir, são apresentadas algumas características do sensor MSS:

● Canais:

MSS4: 0,5 - 0,6 μm (verde-laranja)	} LANDSAT 1, 2 e 3
MSS5: 0,6 - 0,7 μm (laranja-vermelho)	
MSS6: 0,7 - 0,8 μm (vermelho-infravermelho próximo)	
MSS7: 0,8 - 1,1 μm (infravermelho próximo)	
MSS8: 10,2 - 12,6 μm (infravermelho termal) - LANDSAT 3 (desativado)	

- Varredura na superfície: 185 km
- Resolução na superfície: 79 x 79 m (MSS 4, 5, 6 e 7)
- Resolução na imagem: 56 x 79 m (MSS 4, 5, 6 e 7)
- Superposição lateral: 14% (no equador)

O sensor RBV, constituído de um conjunto de câmaras de televisão, opera na faixa espectral de 0,475 μm a 0,830 μm , sendo que a área abrangida por uma cena é de aproximadamente 185 x 185 km (LANDSAT 1 e 2), e de 98 x 98 km para cada subcena no LANDSAT 3. A seguir, são apresentadas algumas características do Sensor RBV:

● Canais

RBV 1 = 0,475 - 0,575 μm (azul-verde)	} LANDSAT 1 e 2
RBV 2 = 0,580 - 0,680 μm (amarelo-laranja)	
RBV 3 = 0,690 - 0,830 μm (vermelho-infravermelho próximo)	
RBV = 0,505 - 0,750 μm (verde-vermelho) - LANDSAT 3	

● Área imageada:

185 x 185 km - LANDSAT 1 e 2

98 x 98 km - LANDSAT 3

● Resolução:

80 m - LANDSAT 1 e 2

40 m - LANDSAT 3

● Recobrimento:

lateral = 14 km (no equador) } LANDSAT
longitudinal = 25 km } 1 e 2

lateral = 25 km (entre cenas no equador) } LANDSAT
lateral = 14 km (entre subcenas) } 3

A Figura 2.2 apresenta a configuração do satélite LANDSAT.

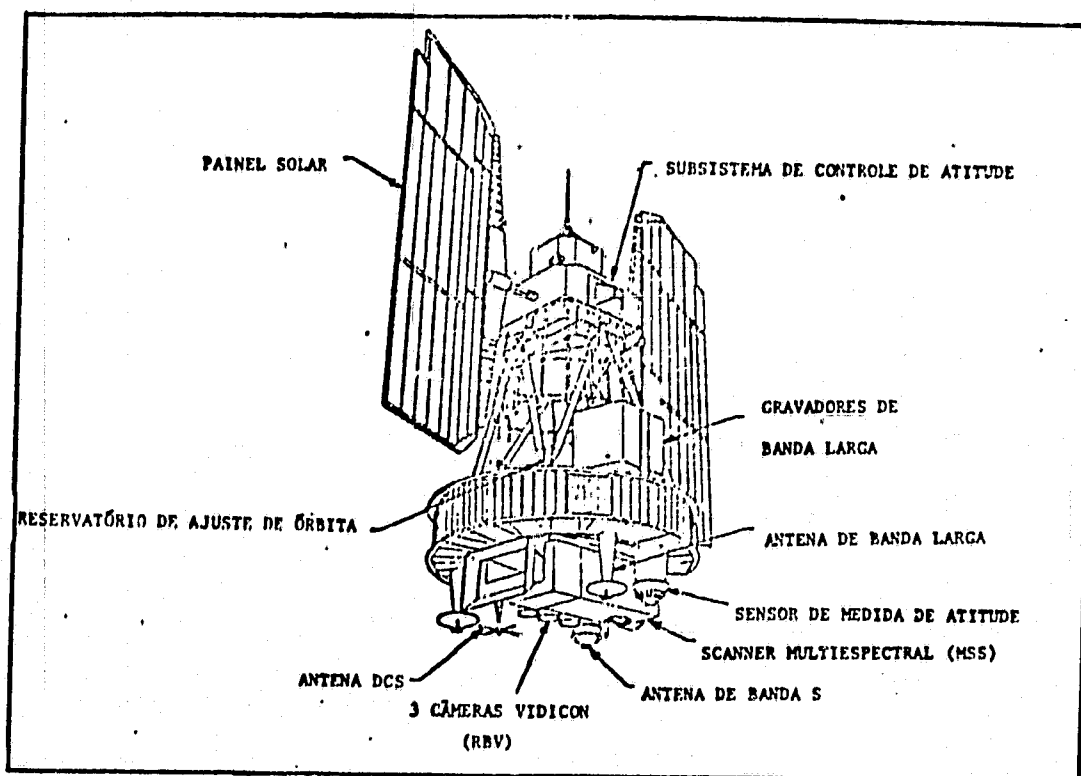


Fig. 2.2 - Configuração do satélite LANDSAT.

FONTE: Steffen et alii, 1981.

2.2.2.- MATERIAIS UTILIZADOS NO TRABALHO

A área de estudo abrange 10 (dez) cenas MSS/LANDSAT, que correspondem a 40 (quarenta) subcenas RBV (Figura 2.2). Deve-se ressaltar

tar que não foi interpretada toda a área abrangida pelas imagens, mas apenas a parte correspondente aos municípios que compõem a área de estudo.

Na realização do trabalho foram utilizadas imagens MSS e RBV/LANDSAT, em papel preto e branco, na escala de 1:250.000, como pode ser visto na Tabela 2.1, bem como a fita compatível com computador (CCT), do MSS/LANDSAT, correspondente à órbita 248, ponto 26, de 26.07.80. Os canais MSS/LANDSAT utilizados abrangem a faixa espectral de 0,600 μm a 0,700 μm (canal 5) e de 0,800 a 1,100 μm (canal 7), enquanto nas subcenas do RBV (A, B, C, e D) a banda espectral vai de 0,505 a 0,750 μm .

TABELA 2.1

RELAÇÃO DAS IMAGENS MSS E RBV/LANDSAT UTILIZADAS NO TRABALHO

Órbita/ ponto (Sist. SRB)	Sensor	MSS		RBV	
		DATA DE PASSAGEM	CANAIS	DATA DE PASSAGEM	SUBCENAS
220.25		24.07.80	5 e 7	09.06.80	A, B, C, D
220.26		24.07.80	5 e 7	09.06.80	A, B, C, D
234.25		10.06.80	5 e 7	15.05.80	A, B, C, D
234.26		05.05.80	5 e 7	05.02.80	A, B, C, D
248.25		06.05.80	5 e 7	06.05.80	A, B, C, D
248.26		26.07.80	5 e 7	18.04.80	A, B, C, D
248.27		06.05.80	5 e 7	18.04.80	A, B, C, D
262.26		07.05.80	5 e 7	07.05.80	A, B, C, D
262.27		07.05.80	5 e 7	17.04.80	A, B, C, D
267.27		28.07.80	5 e 7	-	-

Pode-se notar pela Tabela 2.1 que houve variação na data das imagens utilizadas (de fevereiro/80 a julho/80), podendo-se explicar pelo fato de que, sendo grande a área de estudo, ficou difícil a obtenção de imagens de um mesmo período sem cobertura de nuvens.

Outro fato que prejudicou foi a gravação de sinal do LANDSAT 3 que sofreu irregularidades, resultando na perda de informações à esquerda das imagens MSS.

Além das imagens, no desenvolvimento do trabalho foram utilizadas cartas topográficas, na escala de 1:100.000, para a localização e a coleta de informações sobre a área de estudo (Tabela 2.2). Deve-se, também, registrar o uso de papel poliéster estável transparente, para a interpretação visual das imagens, e de grade milimetrada para o cálculo de área das classes de uso da terra.

Durante o trabalho de campo foram empregados os seguintes recursos: máquina fotográfica, filmes coloridos, slides, altímetro e bússola.

A análise automática foi realizada através do Sistema Iterativo de Análises de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100), desenvolvido pela General Electric (1975), para atender às necessidades do usuário com relação à extração de informações úteis, através de dados que são fornecidos por satélites (imagens orbitais) e por aeronave.

A extração de informação temática é feita de maneira supervisionada e interativa: o analista tem condições de supervisionar a classificação feita pelo sistema e com ele interagir para modificá-la. O analista define as áreas de treinamento, e o sistema classifica o restante da imagem com base nas características espectrais (ou assinaturas) dos alvos naturais.

O IMAGE-100 utiliza programas espectrais, sob o controle de um minicomputador, para implementar algoritmos de extração de características. Para a operação do sistema o analista deve ter conhecimento prévio das áreas de treinamento, a fim de fornecer essa informação ao sistema, para que o processo de extração possa ser completado (Dutra et alii, 1981).

TABELA 2.2

CARTAS TOPOGRÁFICAS UTILIZADAS NO TRABALHO

NOME	CÓDIGO	ESCALA	PUBLICAÇÃO	ANO DE PUBLICAÇÃO
Serra do Taquari	SE-22-Y-A-I	1:100.000	I.B.G.E.	1978
Figueirão	SE-22-Y-A-IV	1:100.000	I.B.G.E.	1978
Costa Rica	SE-22-Y-A-V	1:100.000	I.B.G.E.	1978
Cabeceiras do Aporé	SE-22-Y-A-VI	1:100.000	I.B.G.E.	1976
Indaia do Sul	SE-22-Y-B-IV	1:100.000	I.B.G.E.	1976
São Francisco de Assis	SE-21-Z-D-I	1:100.000	D.S.G.	1975
Rio Negro	SE-21-Z-D-II	1:100.000	D.S.G.	1976
Ponte Vermelha	SE-21-Z-D-III	1:100.000	D.S.G.	1975
Paraíso	SE-22-Y-C-II	1:100.000	I.B.G.E.	1978
Alto Sucuriú	SE-22-Y-C-III	1:100.000	I.B.G.E.	1976
Indaia Grande	SE-22-Y-D-I	1:100.000	I.B.G.E.	1976
Cassilândia	SE-22-Y-D-II	1:100.000	I.B.G.E.	1974
Cachoeira	SE-22-Y-D-III	1:100.000	I.B.G.E.	1974
Rochedo	SE-21-Z-D-V	1:100.000	D.S.G.	1980
Camapuã	SE-21-Z-D-VI	1:100.000	D.S.G.	1975
Ribeirão Boa Vista	SE-22-Y-C-VI	1:100.000	I.B.G.E.	1976
Inocência	SE-22-Y-D-V	1:100.000	I.B.G.E.	1974
Paranaíba	SE-22-Y-D-VI	1:100.000	I.B.G.E.	1974
Miranda	SF-21-X-A-II	1:100.000	D.S.G.	1969
Aquidauana	SF-21-X-A-III	1:100.000	D.S.G.	1972
Palmeiras	SF-21-X-B-I	1:100.000	D.S.G.	1979
Campo Grande	SF-21-X-B-II	1:100.000	D.S.G.	1979
Jaraguari	SF-21-X-B-III	1:100.000	D.S.G.	1971
Ribas do Rio Pardo	SF-22-V-A-I	1:100.000	D.S.G.	1981
Água Clara	SF-22-V-A-III	1:100.000	D.S.G.	1974
Rio Sucuriú	SF-22-V-B-I	1:100.000	D.S.G.	1974
Porto do Jofre	SF-22-V-B-II	1:100.000	D.S.G.	1974
Vila Campão	SF-21-X-A-IV	1:100.000	D.S.G.	1980
Aldeia Lalima	SF-21-X-A-V	1:100.000	D.S.G.	1974
Ribeirão Taquaruçu	SF-21-X-A-VI	1:100.000	D.S.G.	1978
Rio Dois Irmãos	SF-21-X-B-IV	1:100.000	D.S.G.	1972
Sídlândia	SF-21-X-B-V	1:100.000	D.S.G.	1972
Rio Perdido	SF-21-X-C-I	1:100.000	D.S.G.	1981
Jardim	SF-21-X-C-II	1:100.000	D.S.G.	1973
Nioaque	SF-21-X-C-III	1:100.000	D.S.G.	1979
Rio Serrote	SF-21-X-D-I	1:100.000	D.S.G.	1980
Piúva	SF-21-X-D-II	1:100.000	D.S.G.	1972
Colônia São Lourenço	SF-21-V-D-VI	1:100.000	D.S.G.	1973
Fazenda Margarida	SF-21-X-C-IV	1:100.000	D.S.G.	1973
Boqueirão	SF-21-X-C-V	1:100.000	D.S.G.	1973
Vista Alegre	SF-21-X-C-VI	1:100.000	D.S.G.	1977
Maracaju	SF-21-X-D-IV	1:100.000	D.S.G.	1972
Caracol	SF-21-Y-B-III	1:100.000	D.S.G.	1973
Bela Vista	SF-21-Z-A-I	1:100.000	D.S.G.	1973
Campestre	SF-21-Z-A-II	1:100.000	D.S.G.	1973
Antonio João	SF-21-Z-A-III	1:100.000	D.S.G.	1979

Para fazer a análise automática o usuário deve informar ao sistema sobre a localização de uma amostra da área de interesse. A partir desta amostra o sistema extrai as propriedades espectrais dos objetos em estudo, nos canais do MSS selecionados. Este processo de amostrar a área e extrair as propriedades espectrais chama-se "Treinamento". Em seguida, o IMAGE-100 examina cada elemento da imagem, através de um critério de decisão adotado, e determina os elementos que possuem características semelhantes aos da área de interesse. Este processo é denominado "Classificação", e o resultado é um mapa, onde as classes analisadas são representadas por "temas" coloridos, existindo oito temas à disposição do usuário. Dependendo do resultado da classificação, o usuário decide se irá terminar ou escolher novas áreas de treinamento e repetir o processo (Dutra et alii, 1981).

2.3 - MÉTODOS

2.3.1 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA

O mapeamento do uso da terra na área de estudo foi realizado através da análise visual das imagens MSS e RBV/LANDSAT, na escala de 1:250.000, nos canais 5 e 7. Foi feito, também, a interpretação automática do uso da terra de parte de uma imagem MSS/LANDSAT (órbita 248, ponto 26), através da utilização do Analisador de Imagens Multiespectrais - IMAGE-100.

Para melhor compreensão dos aspectos metodológicos utilizados, dividiu-se o mapeamento do uso da terra em duas fases: análise visual e análise automática.

2.3.1.1 - ANÁLISE VISUAL

O mapeamento do uso da terra, através da análise visual das imagens MSS e RBV/LANDSAT, foi feito com base nos elementos de interpretação de dados: tonalidade, textura, forma e relação de aspectos, segundo a metodologia proposta por Santos et alii (1981).

Inicialmente, foi realizada uma interpretação visual preliminar, obtendo-se unidades temáticas preliminares de uso da terra. Além dessas unidades foram mapeados os rios principais, estradas e áreas urbanas, utilizando-se papel poliéster transparente (ultraphan).

A partir dessas unidades, fez-se um mapa preliminar do uso da terra, que foi utilizado para o trabalho de campo realizado em setembro e novembro de 1981.

Com base no trabalho de campo e na interpretação preliminar foi definida uma legenda para o uso da terra na área de estudo, levando-se em consideração os objetivos do trabalho e a escala de mapeamento utilizada. A legenda proposta incluiu as seguintes classes:

1. mata galeria;
2. cerradão;
3. cerrado/campo-cerrado/campo-sujo;
4. cerrado alterado/pastagens;
5. pastagens artificiais;
6. reflorestamento;
7. área agrícola;
8. queimada;
9. solo preparado/exposto;
10. estradas;
11. áreas urbanas.

Após o trabalho de campo e a definição da legenda foi realizada a interpretação visual final das imagens LANDSAT, onde unidades preliminares foram agrupadas ou tiveram seus limites redefinidos.

O mapeamento final do uso da terra foi feito por município, em folhas individuais, sendo que, nem todas as classes definidas na legenda aparecem nos municípios.

2.3.1.2 - ANÁLISE AUTOMÁTICA

A análise automática dos dados orbitais foi realizada com o objetivo de mostrar a potencialidade deste tipo de interpretação para o uso da terra; foi feita através do Analisador Interativo de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100), utilizando-se os dados contidos na fita compatível com o computador (CCT) da órbita 248, ponto 26, de 27/7/80, sendo analisada apenas parte da imagem.

Para este estudo utilizando-se dados do LANDSAT, a seleção de características para discriminar as diferentes classes ficou restrita às quatro bandas do Imageador Multiespectral (MSS), pois as informações espaciais e texturais não são incluídas neste tipo de análise.

As classes de uso da terra observadas durante o trabalho de campo e propostas para a legenda final serviram como áreas de treinamento para o sistema IMAGE-100. Para a interpretação automática foi utilizado o algoritmo de classificação denominado MAXVER (Velasco et alii, 1978), implementado no sistema. Através desse algoritmo foram obtidas a matriz de classificação e os valores médios de níveis de cinza para cada classe analisada.

O procedimento básico para a interpretação automática do uso da terra consistiu em:

- a) coleta de amostras de níveis de cinza para cada classe desejada;
- b) análise da matriz de classificação a fim de verificar a superposição entre as classes;
- c) análise das amostras de cada classe a fim de verificar se as amostras coletadas eram representativas da classe;
- d) aplicação ou não do programa de subtração de amostras;

- e) obtenção da estimativa da previsão de classificação, através de análise da diagonal da matriz, que, sendo satisfatória, permite a continuidade do processo classificatório;
- f) análise do resultado da classificação no vídeo do IMAGE-100, verificando-se a coerência dos resultados obtidos com as observações de campo;
- g) cálculo de área das classes analisadas;
- h) preparação dos resultados para utilização posterior, através de "slides" e "print-out" (mapa alfanumérico).

2.3.2 - MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

O mapeamento geomorfológico da área de estudo foi realizado através da análise visual das imagens MSS, canais 5 e 7, e RBV/LANDSAT, na escala de 1:250.000. A metodologia utilizada para este mapeamento constituiu-se nas seguintes etapas: análise preliminar, trabalho de campo e interpretação final.


Para se ter uma idéia geral do relevo do Estado do Mato Grosso do Sul foi necessário analisar, inicialmente, os mapas geológico e pedológico existentes para a área de estudo, considerando-se que as litologias e os solos estão frequentemente relacionados com as formas características do relevo. Assim, por exemplo, próximo a áreas de contato entre unidades lito-estratigráficas, observam-se frequentemente relevos residuais (RR), cuja gênese está parcialmente ligada às diferenças intrínsecas das rochas, tais como: compacidade, dureza, planos de fraqueza (fraturas, falhas, fendilamentos), constituintes minerais, etc. Nas áreas de contatos lito-estratigráficos, como na Serra de Maracaju, nos municípios de Antonio João, Nicaque e Sidrolândia (contato entre a formação Serra Geral e Formação Botucatu), são frequentes as associações de solos litólicos e eutróficos.

Nos mapeamentos das unidades de relevo utilizaram-se principalmente as imagens do MSS/LANDSAT, nos canais 5 e 7, segundo a metodologia proposta por Sausen e Novo (1981). O canal 7 permitiu obter mais informações sobre a compartimentação do relevo e sobre a dissecação, enquanto o canal 5 permitiu reconhecer mais facilmente a rede de drenagem secundária. As imagens do RBV/LANDSAT permitiram identificar as principais escarpas e relevos residuais mais extensos.

Auxiliado pela análise preliminar dos mapas geológico e pedológico junto a outras informações bibliográficas e interpretação preliminar das imagens, foram observadas as características gerais do relevo da área de estudo: extensão e localização dos relevos dissecados e conservados, estimativa de seu grau de dissecação e análise do entalhamento do relevo pela rede de drenagem. Estas observações foram de grande importância para uma avaliação inicial dos tipos de relevos encontrados no decorrer do mapeamento, ou seja, no estabelecimento da legenda preliminar.

Considerando-se que o principal objetivo deste mapeamento consistia no fornecimento de informações com interesse voltado para o uso da terra, optou-se por representar no mapa as três principais associações de formas de dissecação que ocorrem na área de estudo:

- 1) *Colinas (CO)* - formas de relevo com vertentes geralmente côncavo-convexas, apresentando talvegues bem definidos e com hierarquia de dissecação.
- 2) *Interflúvios Tabulares (IT)* - formas de relevo muito suavemente dissecadas com amplas vertentes, constituindo frequentemente área de cabeceiras de drenagem, confundindo-se, às vezes, com colinas muito amplas.
- 3) *Cristas (CR)* - formas de relevo que normalmente sofreram intensa dissecação, apresentando vertentes íngremes e topos estreitos. Observou-se uma frequência maior desta associação somente

ao norte do município de Bonito. Quando se apresentam como formas isoladas as cristas foram representadas pelo símbolo .

Os *relevo residuais*, representados por (RR), constituem principalmente bordas de antigos interflúvios tabulares, junto a contatos lito-estratigráficos. Ocorrem com maior frequência nos municípios de Camapuã (na área de contato entre as formações de Botucatu e Bauru), Antonio João, Jardim, Guia Lopes da Laguna e Nioaque, ao longo da escarpa da Serra de Maracaju.

As *planícies aluviais*, representadas por (PA), constituem essencialmente o material de preenchimento aluvio-coluvionar dos fundos dos vales dos maiores rios. Durante o trabalho de campo notou-se que, devido a processos de coluvionamento e erosão ao longo das encostas das baixas colinas, havia frequentemente uma certa dificuldade em delinear o limite entre colinas e planícies aluviais. Por isso, estabeleceu-se uma associação de formas "mistas" (PA+BCO) que englobam fācies de dissecação e de deposição, sob a denominação mais abrangente de *baixas colinas* (BCO). Quando a associação mista vem acompanhada pelos Índices (1) e (2) isto significa que as unidades são diferenciadas entre si somente pela altimetria, sendo que o Índice (2) é o mais elevado.

Para tornar possível as comparações entre o entalhamento vertical e o espaçamento entre os talwegues dos maiores rios que ocorrem nas três principais formas de dissecação, foram elaborados os Índices de dissecação, apresentados na Tabela 2.3.

Os Índices de entalhamento vertical (1º dígito) foram obtidos pela análise visual do grau de aprofundamento relativo da rede de drenagem no relevo, enquanto os Índices de espaçamento entre talvegues (2º dígito) foram obtidos pela medida da distância média entre os canais principais dos rios de 2ª e 3ª ordem da área de estudo. Para a obtenção de ambos os Índices foi imprescindível a utilização das cartas topográficas da área de estudo, publicadas pelo IBGE e DSG.

TABELA 2.3

ÍNDICES DE DISSECAÇÃO

→ 2º Dígito

	Até	3	4	5	>5 km
↓ 1º Dígito	Muito fraco	11	12	13	14
	Fraco	21	22	23	24
	Mediano	31	32	33	34
	Forte	41	42	43	44

1º Dígito: Entalhamento vertical

2º Dígito: Espaçamento entre os talvegues (drenagem principal)

Durante o trabalho de campo realizou-se o controle da interpretação preliminar, tendo sido obtidas informações sobre o relevo, sobre as camadas superficiais de alteração e sobre as litologias que afloram na área de estudo.

Com base nas informações obtidas durante o trabalho de campo, associadas à interpretação preliminar e informações bibliográficas, foi realizada a interpretação final do mapeamento geomorfológico. Os mapas foram publicados na escala 1:250.000, em folhas individuais de 1°00' por 1°30', com base nas coordenadas do LANDSAT.

2.4 - TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo é constituído de visitas/vistorias a diversos locais da área de estudo. Estas visitas são realizadas por via terrestre e/ou área.

O objetivo do trabalho de campo foi correlacionar os pa
drões tonais e texturais, obtidos na interpretação visual preliminar
das imagens MSS e RBV/LANDSAT, com as classes de uso da terra e das uni
dades geomorfológicas existentes no campo. Esta atividade foi realiza
da durante os meses de setembro e novembro de 1981, em duas etapas:
percurso terrestre e percurso aéreo.

Com relação ao mapeamento do uso da terra, o objetivo do
trabalho de campo não foi totalmente atingido, devido à utilização de
imagens de 1980. Como o uso da terra é de natureza dinâmica, apresen
tando inúmeras transformações anuais, vários aspectos mapeados nas ima
gens não puderam ser correlacionados no campo.

O roteiro do trabalho de campo foi estabelecido de modo
a cobrir o maior número possível de classes do uso da terra e unidades
geomorfológicas. Esse roteiro foi programado com base na interpretação
visual preliminar das imagens RBV e MSS/LANDSAT e nas estradas visí
veis na imagem.

A primeira etapa do trabalho de campo correspondeu a um
percurso terrestre, na área de estudo, através de estradas que eram
perfeitamente visíveis nas imagens LANDSAT e RBV; este percurso foi
realizado na maior parte da área de estudo, desde o município de Cassi
lândia, ao norte, até o município de Antônio João, ao sul. Durante es
ta etapa as classes de uso da terra e unidades geomorfológicas foram
caracterizadas através de descrição em caderneta de campo e tomada de
fotografias, correlacionando-se com as variações de tonalidades e tex
tura apresentadas nas imagens LANDSAT.

A segunda etapa do trabalho de campo constituiu-se de um
sobrevôo a baixa altitude (aproximadamente 300 metros), durante o qual
foram observados e descritos os mesmos aspectos da fase terrestre, di
ferindo apenas quanto ao nível de observação. Esta etapa foi realizada
nos municípios localizados ao norte/nordeste da área de estudo.

A seguir, serão apresentados, resumidamente, os roteiros do trabalho de campo na área de estudo.

● Roteiro nº 1

Campo Grande - Jaraguari (BR 163)
Jaraguari - Vila Bonfim (MS 244)
Jaraguari - Bandeirantes (BR 163)
Bandeirantes - Ribeirão Pinhe (MS 060)
Bandeirantes - Capim Verde (BR 163)
Capim Verde - Camapuã (BR 060)
Capim Verde - Capim Branco (BR 163)
Capim Branco - Vila Areado (MS 142)
Capim Branco - São Gabriel D'Oeste (BR 163).

● Roteiro nº 2

Campo Grande - Rochedo (MS 080)
Rochedo - Corguinho (MS 080)
Corguinho - Vila Fala Verdade (caminho)
Corguinho - Rio Negro (MS 080)
Rio Negro - Vila Perdigão ou Esperança (MS 080).

● Roteiro nº 3

Campo Grande - Terenos (BR 262)
Terenos Ponte do Grego/Rio Aquidauana (MS 352)
Terenos - Colônia Cascavel (MS 355)
Colônia Cascavel - Colônia Dois Irmãos (MS 355)
Colônia Dois Irmãos - Entroncamento BR 262/MS 162 (MS 162)
Entroncamento BR 262/MS 162 - Anastácio (BR 262).

● Roteiro nº 4

Anastácio - Posto 21 (BR 419).
Posto 21 - Nioaque (BR 419)
Nioaque - Guia Lopes da Laguna (BR 060)

Guia Lopes da Laguna - Posto do Polaco (BR 267)
Posto do Polaco - Entroncamento BR 060/MS 166 (MS 166)
Entroncamento BR 060/MS 166 - Nioaque (BR 060)
Entroncamento BR 060/MS 166 - Sidrolândia (BR 060).

● Roteiro nº 5

Sidrolândia - Margens do Rio Brilhante (MS 162)
Sidrolândia - Colônia Quebra Coco (MS 162)
Colônia Quebra Coco - Entroncamento MS 162/MS 355 (MS 162).

● Roteiro nº 6

Terenos - Posto do Redondo (MS 262)
Posto do Redondo - Anastácio (MS 262)
Anastácio - Posto 21 (BR 419)
Posto 21 - Bonito (MS 345)
Bonito - Vila Campão (MS 178)
Vila Campão - Baía das Garças (MS 257).

● Roteiro nº 7

Bonito - Passo da Ariranha (MS 257)
Bonito - Entroncamento BR 267/MS 178 (MS 178)
Entroncamento BR 267/MS 178 - Margens do Rio Perdido (BR 267).

● Roteiro nº 8

Bela Vista - Caracol (MS 384)
Bela Vista - Jardim (BR 060)
Jardim - Entroncamento BR 267/MS 178 (BR 267).

● Roteiro nº 9

Bela Vista - Antonio João (MS 384)
Antonio João - Cabeceira do Apa (MS 166)
Antonio João - Destacamento Militar de Aquidabã (MS 384).

● Roteiro nº 10

Campo Grande - Camapuã (BR 163 e BR 060)
Camapuã - Paraíso
Paraíso - Alto Sucuriu (MS 316)
Alto Sucuriu - Pedra Branca (MS 229)
Pedra Branca - São Pedro do Apaporê (MS 229)
São Pedro do Apaporê - Rio Aporê (MS 306)
São Pedro do Apaporê - Paraíso (MS 229)
Paraíso - Pouso Frio
Pouso Frio - Costa Rica (MS 223)
Costa Rica - Paraíso (MS 316)
Costa Rica - Figueirão (BR 060)
Figueirão - Camapuã (BR 060).

● Roteiro nº 11 (Sobrevôo)

Campo Grande - Capim Verde
Capim Verde - Camapuã
Camapuã - Figueirão
Figueirão - Costa Rica
Costa Rica - Paraíso
Paraíso - Alto Sucuriu
Alto Sucuriu - Pouso Frio
Pouso Frio - Cassilândia
Cassilândia - Paranaíba
Paranaíba - Aparecida do Taboado
Aparecida do Taboado - Selvíria
Selvíria - Inocência
Inocência - Água Clara
Água Clara - Ponte do Rio Verde
Ponte do Rio Verde - Alto Sucuriu
Alto Sucuriu - Coxim
Coxim - Campo Grande.

CAPÍTULO 3RESULTADOS E DISCUSSÃO3.1 - DEMARCAÇÃO DOS LIMITES MUNICIPAIS NAS IMAGENS

Para a demarcação dos limites municipais nas imagens LANDSAT foi utilizado um mapa do Estado do Mato Grosso do Sul, dividido em municípios, na escala de 1:1.000.000, confeccionado pela FIBGE em 1981.

A Tabela 3.1 apresenta a comparação, em hectares, dos dados de área dos municípios obtidos nas imagens LANDSAT e de informações fornecidas pela FIBGE (no prelo), bem como a diferença relativa entre eles.

Pode-se verificar nessa tabela que caso se considere o total da área de estudo não houve diferença significativa entre os dados obtidos nas imagens LANDSAT (9.934.202,00 ha) e aqueles fornecidos pela FIBGE (10.027.700,00 ha). A diferença de 93.498,00 ha representou apenas 0,93%, admitindo-se que os dados fornecidos pela FIBGE são os mais exatos.

Analisando-se os dados da Tabela 3.1 verifica-se que alguns municípios apresentaram diferenças consideráveis em área, quando se compararam os dois dados. Dentre eles pode-se destacar: Bandeirantes (65,14%), Antônio João (53,41%), Inocência (42,20%), Jaraguari (36,75%), Aparecida do Taboado (35,81%) e Rio Negro (28,96%).

Na tentativa de esclarecer estas diferenças, resolveu-se calcular a área desses municípios no mapa da FIBGE confeccionado em 1981, na escala de 1:1.000.000. A Tabela 3.2 apresenta a comparação dos dados de área obtidos no mapa da FIBGE de 1981, nas imagens de 1980 e os fornecidos pela FIBGE (no prelo).

TABELA 3.1

ÁREAS DO MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM O PROJETO APAPORÉ
(EM HECTARES)

MUNICÍPIO	ÁREA OBTIDA ATRAVÉS DA FIBGE(*)	ÁREA OBTIDA ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT	DIFERENÇA RELATIVA AOS DADOS FIBGE	DIFERENÇA RELATIVA AOS DADOS FIBGE (%)
ÁGUA CLARA	1.094.700,00	1.099.262,00	4.562,00	0,42
ANASTÁCIO	506.200,00	473.575,00	32.625,00	6,45
ANTÔNIO JOÃO	128.100,00	196.518,00	68.418,00	53,41
APARECIDA DO TABOADO	276.200,00	177.288,00	98.912,00	35,81
BANDEIRANTES	292.000,00	432.219,00	190.219,00	65,14
BELA VISTA	505.700,00	429.244,00	76.456,00	15,19
BONITO	496.500,00	520.506,00	24.006,00	4,84
CANAPUA	1.107.300,00	913.326,00	193.974,00	17,52
CARACOL	298.200,00	292.350,00	5.850,00	1,96
CASSILÂNDIA	359.800,00	406.988,00	47.188,00	13,12
CORGUINHO	248.500,00	205.906,00	42.594,00	17,14
COSTA RICA	487.200,00	501.813,00	14.613,00	3,00
GUIA LOPES DA LAGUNA	178.000,00	210.744,00	32.744,00	18,40
INOCÊNCIA	469.900,00	668.188,00	198.288,00	42,20
JARAGUARI	291.700,00	184.507,00	107.193,00	36,75
JARDIM	284.300,00	240.237,00	44.063,00	15,50
NIOAQUE	449.700,00	374.831,00	74.869,00	16,65
PARANATIBA (**)	972.100,00	915.000,00	57.100,00	5,87
RIO NEGRO	171.700,00	221.425,00	49.725,00	28,96
ROCHEDO	150.100,00	173.888,00	23.788,00	15,85
SÃO GABRIEL DO OESTE	381.000,00	333.293,00	47.707,00	12,52
SIDROLÂNDIA	599.000,00	662.881,00	63.881,00	10,66
TERENOS	279.800,00	250.213,00	29.587,00	10,57
TOTAL	10.027.700,00	9.934.202,00	93.498,00	0,93

(*) FONTE: FIBGE, no prelo.

(**) Estes dados referem-se à soma das duas áreas que compõem este município.

TABELA 3.2

COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DOS MUNICÍPIOS

MUNICÍPIOS	ÁREA DO MUNICÍPIO COM DADOS DA FIBGE (NO PRELO) (*)	ÁREA DO MUNICÍPIO COM DADOS DO MAPA 1:1.000.000 FIBGE (1981) (**)	ÁREA DO MUNICÍPIO IMAGENS LANDSAT (1980)
Antonio João	128.100,00	202.100,00	196.518,00
Bandeirantes	292.000,00	470.800,00	482.219,00
Inocência	469.900,00	720.300,00	668.188,00
Jaraguari	291.700,00	299.200,00	184.507,00
Aparecida do Taboa do	276.200,00	283.100,00	177.288,00
Rio Negro	171.700,00	176.600,00	221.425,00

(*) FONTE: FIBGE (no prelo)

(**) Dados obtidos do Mapa do Estado do Mato Grosso do Sul, dividido em municípios, confeccionado em 1981.

Como os limites de todos os municípios da área de estudo foram extraídos do mapa confeccionado pelo FIBGE em 1982, e através da análise da Tabela 3.2, pode-se dizer que a escala deste mapa não foi compatível, em termos de detalhe, com a escala das imagens LANDSAT para esta delimitação.

Apesar das diferenças apresentadas por esses municípios, alguns dados de área chegaram bem próximo aos dados considerados mais exatos, como por exemplo, os municípios de Água Clara, Caracol, Costa Rica, Bonito, Paranaíba e Anastácio (Tabela 3.1). Como este trabalho não tinha por objetivo a demarcação de limites municipais, optou-se por considerar como dados reais aqueles obtidos através das imagens LANDSAT. Portanto, as conclusões tiradas deste trabalho sobre o uso da terra e geomorfologia serão baseadas nesses dados.

Mesmo não se obtendo dados precisos de áreas municipais, considera-se viável a utilização de imagens LANDSAT para delimitação de municípios, desde que se tenha Decretos-Lei de criação de município e/ou mapas cartográficos mais adequados.

3.2 - DEFINIÇÃO DA LEGENDA

A legenda proposta para as classes de uso da terra foi adaptada do trabalho de Anderson et alii (1976), onde os autores utilizam vários níveis de abordagem de acordo com a altitude do sensor e a escala do produto utilizado, para a classificação do uso da terra. Estes autores salientam que entre os maiores problemas de aplicação e interpretação de dados de uso da terra está a falta de consistência das definições das categorias mapeadas.

De acordo com Anderson et alii (1976), podem-se dividir em quatro os níveis de classificação de uso da terra. As características típicas dos dados do nível I de classificação dizem respeito a dados fornecidos por satélites, como por exemplo, o LANDSAT.

As informações do nível II de classificação dizem respeito a dados de grande altura, a 12400 metros ou mais (escala menor que 1:80.000). O nível III são dados obtidos de altitude média, tomados entre 3100 a 12400 metros (escala de 1:20.000 a 1:80.000). O nível IV abrange dados de baixa altitude, tomados a menos de 3100 metros (escala menor que 1:20.000).

As informações dos níveis I e II são de interesse para o levantamento do uso da terra em âmbito nacional e estadual, abrangendo grandes áreas, tendo como base de interpretação as fotografias aéreas convencionais de grande escala, associadas ao trabalho de campo. Os dados obtidos através dos níveis III e IV são mais detalhados, abrangendo informações em nível intra-estadual, municipal ou distrital.

O nível I de classificação, proposto por esses autores, abrange as seguintes classes: Área Urbana Construída, Área Agrícola, Pastagem Natural, Área Florestal e Água.

Este nível, mais generalizado, tem como objetivo principal fornecer um sistema de classificação de uso da terra para ser usado em planejamento e administração.

O sistema de classificação proposto por Anderson et alii (1976) permite que se façam generalizações indutivas, como também permite uma flexibilidade no desenvolvimento da categorização nos níveis de menor detalhe. Por exemplo, a classe "Área Agrícola", no nível I, incluiria numa única classe "Área de Cultura e Pastagem" no nível II, e poderia ser dividida em duas classes "Área de Cultura" e "Área de Pastagem" no nível III. Os autores concluem que, à medida em que são feitos novos progressos na tecnologia de sensoriamento remoto, torna-se necessário modificar o sistema de classificação de uso da terra para a utilização na análise automática dos dados.

Outro fator considerado para a definição da legenda das classes de uso da terra diz respeito aos objetivos do Projeto APAPORÉ. Dentre eles, destaca-se o conhecimento do uso atual da terra na área, considerando-se a localização de áreas agrícolas, pastagens naturais e introduzidas, e áreas sem ocupação, para a implantação de uma infraestrutura básica, capaz de transformar e ocupar os espaços vazios, provocando a integração e o desenvolvimento nesta área no contexto Estadual.

Com base na legenda das classes de uso da terra proposta por Anderson et alii (1976) e nos objetivos do Projeto APAPORÉ, aliado ao trabalho de campo, a legenda do uso da terra (Tabela 3.3) ficou de finida.

TABELA 3.3

CLASSES DE USO DA TERRA NA ÁREA DO PROJETO APAPORÉ

NÍVEL I	NÍVEL II
1. Área Urbana	--
2. Área Agrícola	2.1 - Área Agrícola (culturas) 2.2 - Pastagem Introduzida 2.3 - Solo preparado/Exposto
3. Vegetação Natural	3.1 - Mata Galeria 3.2 - Cerradão 3.3 - Cerrado/Campo Cerrado/Campo Sujo 3.4 - Cerrado Alterado/Pastagens
4. Reflorestamento	--
5. Queimada	--

A seguir, serão apresentadas as características das classes de uso da terra relacionadas na Tabela 3.3.

1. Área urbana

Esta classe no nível I foi representada pelas sedes dos municípios. Na sua identificação foram considerados os aspectos de tonalidade nas imagens MSS/Canal 5 e RBV (tonalidade cinza-claro) e a convergência de estradas.

2. Área Agrícola

Foram consideradas como áreas agrícolas no nível I as áreas plantadas com culturas ou pastagens, bem como áreas preparadas para plantio. Esta classe, no nível II, foi subdividida em outras três:

2.1 - Área agrícola

Esta classe é constituída, predominantemente, por áreas plantadas com soja e arroz, sendo que as áreas agrícolas de subsistência não foram consideradas. A interpretação desta classe ficou prejudicada pela data das imagens utilizadas (fevereiro a julho de 1980) e pela época da realização do trabalho de campo (setembro e novembro de 1981). Apesar disso, utilizando-se as imagens MSS e RBV e levando-se em conta as características de áreas agrícolas, foi possível o mapeamento desta classe. Esta classe ocorreu em relevo tabular, principalmente ao norte de Campo Grande. Espectralmente, esta classe apresentou, nas imagens LANDSAT, tonalidades que variavam do cinza-escuro (áreas plantadas) ao cinza-claro (solo preparado) dependendo do estágio de crescimento da cultura.

2.2 - Pastagem introduzida

Ocorre em toda a área de estudo, pois esta é uma região predominante de pastoreio. Durante o trabalho de campo foi verificado que a gramínea predominante na área é a *Brachiaria spp*, com suas várias espécies. Esta classe foi caracterizada nas imagens do MSS/canal 5 e RBV pela tonalidade cinza-claro e forma geométrica, aparecendo tanto em relevo tabular quanto colinoso.

2.3 - Solo preparado/exposto

Esta classe foi definida a partir da presença da relação solo/vegetação, numa determinada área, que poderia influenciar a resposta espectral. Em áreas de solos claros a medida que vai rareando a vegetação, a resposta espectral vai sendo influenciada pela reflexão do solo, e a tonalidade torna-se mais clara nas imagens MSS/canal 5 e RBV, atingindo o máximo onde o solo é totalmente exposto. Em áreas de solos escuros esta classe foi caracterizada pela tonalidade cinza-escuro, apresentada nas imagens MSS/canal 7. Esta tonalidade escura é devido à alta absorção do infravermelho pelos solos escuros que aparecem nas áreas de relevo tabular da área de estudo. Além da tonalidade, para a

interpretação deste uso da terra, foram considerados os fatores de forma geométrica (geralmente de forma definida) e a relação de aspectos. Esta classe abrange áreas preparadas para plantios agrícolas e reflorestamento, áreas com restos culturais, áreas em processo de desmatamento e áreas que sofreram alguma prática agrícola.

3. Vegetação Natural

Esta classe, no nível I, abrange todos os tipos de vegetação natural que ocorrem na área de estudo, não se considerando o grau de alteração. No nível II esta classe foi subdividida em outras quatro:

3.1 - Mata Galeria

Caracteriza-se pela localização ao longo dos cursos de água, bem como nas suas nascentes, nas áreas de cerrado. Mesmo na época seca, ela se apresenta com a parte foliar totalmente verde, devido a sua ocorrência em solos com maior umidade. Tanto nas imagens do MSS/canal 5 como no RBV, esta classe apresentou tonalidades cinza-escuro, em contraste com a tonalidade das áreas adjacentes, por se constituir numa vegetação mais densa. Esta classe ocorreu em toda a área de estudo, tendo sido mapeada somente onde foi possível o delineamento dos seus limites.

3.2 - Cerradão

Durante o trabalho de campo, na área de estudo, notou-se que em alguns locais essa classe apresentou características de mata, com árvores altas e substrato arbustivo. Como não foi possível a separação entre mata/cerradão nas imagens do LANDSAT utilizadas, foi considerado que a classe "Cerradão" englobaria as duas. Esta classe apresentou tonalidade cinza-escuro nas imagens MSS/canal 5 e RBV do LANDSAT. Ocorre em maior percentagem na região sul da área de estudo, aparecendo tanto em relevo tabular quanto colinoso.

3.3 - Cerrado/Campo-cerrado/Campo-sujo

Estes três tipos de vegetação foram agrupados numa única classe porque, para os objetivos do Projeto APAPORÉ, não havia necessidade de um maior detalhamento nas formas de cerrado. A tonalidade apresentada por esta classe nas imagens LANDSAT variou de cinza-médio ao cinza-claro, porque a vegetação desta classe é constituída de estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo, variando a sua percentagem de ocorrência. Esta classe aparece em toda a área de estudo, em qualquer tipo de relevo. Durante o trabalho de campo notou-se que esta classe de uso da terra pode ser utilizada, como pastagem natural.

3.4 - Cerrado alterado/pastagens

Foram agrupadas nesta classe todas as formas de cerrado (exceto o cerradão) que foram muito alteradas, incluindo, também, a área de campos naturais e pastagens praguejadas, que são utilizadas constantemente por pastagens naturais. A tonalidade nas imagens LANDSAT variou de cinza-médio a cinza-claro, dependendo da alteração sofrida pela vegetação. Surge em toda a área de estudo, constituindo-se na classe de maior expressão em área.

4. Reflorestamento

Esta classe é caracterizada por plantações de *Eucalyptus spp* e *Pinus spp*. Nas imagens MSS/canal 5 e RBV apresentaram tonalidades que variavam do cinza-escuro (plantio homogêneos antigos) até o cinza-claro (solo preparado ou plantios recentes). No canal 7 a tonalidade variou de cinza-claro (plantios homogêneos antigos de *Eucalyptus*) a cinza-médio (plantios recentes ou plantios homogêneos antigos de *Pinus spp*). Aparece em maior quantidade no município de Água Clara, ocorrendo em relevo plano ou suavemente ondulado, de pouca variação altimétrica.

5. Queimada

Esta classe foi mapeada nas imagens MSS/canal 7 pela sua tonalidade escura. Houve certa dificuldade, em algumas áreas, em separá-la da classe solo preparado/exposto, por apresentar as mesmas características tonais, podendo ser diferenciadas através dos critérios de forma geométrica e de relação de aspectos. Geralmente as queimadas aparecem com formas irregulares e ocorrem em áreas predominantemente de pastagens e cerrado.

Além destas classes de uso da terra foram também mapeados os corpos d'água (rios principais e secundários, lagos, lagoas e represas) e as estradas.

Os rios principais foram caracterizados pela tonalidade escura apresentada pela lâmina d'água nas imagens MSS/canal 7 (absorção do infravermelho pela água) e por inferência, através da Mata Galeria que apresenta tonalidade escura nas imagens MSS/canal 5 e RBV, quando comparada com os alvos vizinhos, em áreas de vegetação de cerrado. Para o mapeamento do uso da terra só foram considerados os rios principais e aqueles que serviram de limites entre os municípios.

Os lagos, lagoas e represas compreendem corpos naturais e artificiais de água permanente, para fins de aproveitamento ou não, e só foram mapeados os que puderem ter seus limites perfeitamente delineados. Estes corpos d'água foram caracterizados por apresentar tonalidade escura nas imagens MSS/canal 7 e pela forma geométrica, normalmente arredondada.

As estradas foram caracterizadas nas imagens MSS/canal 5 e RBV pela tonalidade cinza-claro, e pelo seu traçado retilíneo, não se considerando se eram asfaltadas ou não.

3.3 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA

O mapeamento do uso da terra foi realizado através da análise visual de imagens LANDSAT, com o objetivo de fornecer subsídios para o planejamento da ocupação e desenvolvimento da área abrangida pelo Projeto APAPORE.

Os mapas de uso da terra são apresentados por municípios, na escala de 1:250.000 (Volume II). Nos mapas, além das classes de uso da terra definidas, constam também as sedes municipais, rios, rodovias principais, bem como a localização geográfica.

Como a área de estudo abrange 23 municípios, e seria muito repetitivo discutir os resultados obtidos para cada um deles, foi resolvido agrupar os dados referentes ao uso da terra em duas tabelas. A Tabela 3.4 mostra a área ocupada, em hectares, pelas classes de uso da terra para cada um dos municípios, e, conseqüentemente, para a área de estudo. A Tabela 3.5 apresenta estes mesmos dados em percentagem.

Pode-se verificar por essas tabelas que a classe "área urbana" possui uma expressão em área insignificante, representando apenas 0,05% da área de estudo. Esta classe é composta apenas de sedes municipais, cujas áreas variam de 50 a 450 ha. A área urbana de Paranaíba apresenta o valor mais elevado (1.187,50 ha), pois nela está incluído o Porto Alencastro, às margens do Rio Paranã, considerado como área urbana.

Segundo Keller e Magnanini (1977), o principal eixo de urbanização desenvolveu-se ao longo da faixa da BR-163 (Campo Grande-Cuiabá), principalmente depois de seu asfaltamento. Neste eixo encontram-se as pequenas cidades de Jaraguari, Bandeirantes, e mais recentemente, São Gabriel D'Oeste, que possuem um maior desenvolvimento, dadas as características pedológicas da região. Já as cidades de Corguinho e Rochedo, zonas antigas de mineração de diamante, são consideradas estagnadas em termos de crescimento urbano.

TABELA 3.4

ÁREA, EM HECTARES, DAS CLASSES DE USO DA TERRA NOS MUNICÍPIOS DO PROJETO APAPORE

CLASSES MUNICÍPIOS	ÁREA URBANA	ÁREA AGRÍCOLA			VEGETAÇÃO NATURAL				REFLORESTA- MENTO	QUEIMADA	CLASSES
		ÁREA AGRÍCOLA	PASTAGEM INTRODUZIDA	SÓLO PREPARA- DO/EXPOSTO	MATA GALERIA	CERRADO	CERRADO/CAMPO CERRADO/CAMPO SUJO	CERRADO ALTO RAPO/PASTAGEM			
ÁGUA CLARA	118,75	-	173.781,25	568,75	5.682,50	33.343,75	236.787,50	563.730,75	75.043,75	10.025,00	1.059.262,00
ANASTÁCIO	456,25	5.687,50	83.312,50	-	1.112,50	120.075,00	94.687,75	164.000,00	1.812,50	2.431,00	473.575,00
ANTÔNIO JOÃO	100,00	-	22.812,50	5.137,50	5.193,75	22.306,25	18.356,25	122.480,50	-	131,25	196.518,00
APARECIDA DO TABOADO	206,25	-	52.443,75	-	-	-	19.744,00	104.894,00	-	-	177.268,00
BADEIRANTES	212,50	-	148.518,75	10.206,25	4.062,50	47.443,75	120.406,50	138.493,75	-	12.875,00	482.219,00
BELA VISTA	387,50	-	22.375,00	912,50	1.718,75	92.125,00	42.581,25	258.575,25	-	568,75	429.244,00
BONITO	112,50	2.662,50	19.650,00	2.075,00	4.406,25	108.500,00	124.862,50	257.637,25	-	600,00	520.506,00
CACAPUA	100,00	14.737,50	77.144,25	-	-	42.725,00	336.825,00	441.438,00	-	356,25	913.326,00
CARACOL	87,50	-	30.718,75	-	7.793,75	122.206,25	3.418,75	142.050,00	-	6.075,00	292.350,00
CASSILÂNDIA	287,50	63.856,25	90.643,75	4.187,50	2.969,00	40.375,00	120.456,50	84.212,50	-	-	405.599,00
COGOLINHO	100,00	-	37.031,25	-	-	67.568,75	12.050,00	87.487,25	-	1.668,75	205.566,00
COSTA RICA	375,00	24.125,00	108.875,00	6.125,00	5.000,00	117.582,50	110.813,00	127.050,00	-	1.937,50	501.813,00
GUÍA LOPES DA LAGUNA	250,00	425,00	11.162,50	2.475,00	2.293,75	28.781,25	61.900,00	102.850,25	-	606,25	210.744,00
INOCÊNCIA	187,50	-	204.375,00	7.937,50	3.125,00	16.187,50	288.668,00	147.687,50	-	-	668.188,00
JACUARI	50,00	-	84.068,75	550,00	2.575,00	1.556,25	77.432,00	-	-	18.275,00	184.507,00
JARDIM	387,50	243,75	26.118,75	131,25	1.512,50	40.793,75	41.308,75	128.412,00	-	1.268,75	240.237,00
MIOQUE	62,50	112,50	29.775,00	2.118,75	1.756,25	138.875,00	104.256,25	96.937,25	-	937,50	374.631,00
PANORAMA	1.187,50(*)	23.562,50	132.375,00	6.187,50	11.312,50	82.500,00	205.687,50	452.187,50	-	-	915.000,00
RIO NEGRO	150,00	593,75	45.487,50	-	-	23.662,50	56.937,50	92.468,75	-	2.125,00	221.425,00
ROCHEDO	50,00	-	26.312,50	-	7.619,00	37.637,50	15.431,50	85.237,50	-	1.600,00	173.668,00
SÃO GABRIEL D'ESTE	187,50	97.631,25	23.112,00	5.806,25	1.525,00	49.431,25	24.918,75	130.681,00	-	-	333.293,00
SIDROLÂNDIA	93,75	36.737,50	174.356,25	15.187,50	1.762,50	14.343,75	72.543,75	344.518,50	2.850,00	587,50	662.661,00
TERENOS	100,00	-	73.743,75	600,00	1.925,00	108.631,25	21.831,50	41.037,50	-	2.344,00	250.213,00
TOTAL	5.250,00	270.375,00	1.678.193,75	70.206,25	73.525,50	1.356.631,25	2.211.884,50	4.124.017,00	79.706,25	64.412,50	9.934.202,00

(*) Incluindo Porto Alencastro.

TABELA 3.5

PERCENTAGEM DE OCORRÊNCIA DAS CLASSES DE USO DA TERRA NOS MUNICÍPIOS DO PROJETO APAPORE

CLASSES MUNICÍPIOS	ÁREA URBANA	ÁREA AGRÍCOLA			VEGETAÇÃO NATURAL				REFLORES TAMENTO	QUEIMADA	PORCENTAGEM DE OCUPA ÇÃO DO MUNICÍPIO NA ÁREA DE ESTUDO
		ÁREA AGRÍCOLA	PASTAGEM INTRODUZIDA	SOLO PREPARA DO/EXPOSTO	MATA GALERIA	CERRAÇÃO	CERRADO/CAMPO SUJO	CERRADO ALTEPA DO/PASTAGEM			
ÁGUA CLARA	0,01	-	15,81	0,05	0,53	3,03	21,54	51,29	6,83	0,91	11,07
ARASTÁCIO	0,10	1,20	17,59	-	0,24	25,36	19,99	34,63	0,38	0,51	4,77
ANTÔNIO JORD	0,05	-	11,61	2,61	2,64	11,35	9,34	62,33	-	0,07	1,98
APARECIDA DO TABOADO	0,12	-	29,58	-	-	-	11,14	59,16	-	-	1,78
BANDEIRANTES	0,04	-	30,80	2,12	0,84	9,84	24,97	28,72	-	2,67	4,85
BELA VISTA	0,09	-	5,21	0,21	0,40	21,47	9,92	62,57	-	0,13	4,32
BENITO	0,02	0,51	3,76	0,40	0,85	20,85	23,99	49,50	-	0,12	5,24
CRAPUR	0,01	1,61	8,45	-	-	4,68	36,88	48,33	-	0,04	9,19
CRACOL	0,03	-	3,67	-	2,66	41,80	1,17	48,59	-	2,08	2,94
CASSILÂNDIA	0,07	15,69	22,27	1,03	0,73	9,92	29,60	20,69	-	-	4,10
COGUTINHO	0,05	-	17,98	-	-	32,92	5,85	42,49	-	0,81	2,07
COSTA RICA	0,07	4,81	21,70	1,22	0,99	23,43	22,08	25,31	-	0,39	5,05
GUÍA LOPES DA LAGUNA	0,12	0,20	5,30	1,17	1,09	13,66	29,37	48,80	-	0,29	2,12
INACIÊNCIA	0,03	-	30,59	1,19	0,47	2,42	43,20	22,10	-	-	6,73
JERACUARI	0,03	-	45,56	0,30	1,40	0,84	41,97	-	-	9,90	1,86
JARDIM	0,16	0,10	10,87	0,06	0,63	16,98	17,22	53,45	-	0,53	2,42
MACAQUE	0,02	0,03	7,94	0,57	0,47	37,05	27,81	25,86	-	0,25	3,77
PARAÍZIBA	0,13(*)	2,58	14,46	0,68	1,24	9,01	22,48	49,42	-	-	9,21
RIO NEGRO	0,07	0,27	20,54	-	-	10,69	25,71	41,76	-	0,95	2,23
ROCHEDO	0,03	-	15,13	-	4,38	21,65	8,87	49,02	-	0,92	1,75
SÃO GABRIEL D'OESTE	0,06	29,29	6,93	1,74	0,46	14,83	7,48	39,21	-	-	3,36
SICROLÂNDA	0,01	5,54	26,30	2,29	0,27	2,16	10,93	51,97	0,44	0,09	6,67
TERENOS	0,04	-	29,47	0,24	0,77	43,42	8,72	16,40	-	0,94	2,52
PERCENTAGEM DE OCOR RÊNCIA DA CLASSE NA ÁREA DE ESTUDO	0,05	2,72	16,89	0,71	0,74	13,66	22,27	41,51	0,80	0,65	100,00

(*) Incluindo Porto Alencastro.

De acordo com os autores, no sudoeste do Estado o proceso de estagnação (desde o colapso da extração da erva-mate) caracteriza as cidades da área da Bodoquena, as do Vale do Rio Apa e as da Serra de Maracaju. São cidades muito antigas, originadas da construção de fortins no século XVIII, como Miranda e Nioaque.

Com a implantação do eixo rodoviário APAPORÉ, concentrando-se prioritariamente na construção e no melhoramento de um sistema bāsico de rodovias, conjugado a um sistema de estradas vicinais, desencadeará uma ocupação ordenada e planejada da área de estudo. Outro fator que tem incrementado essa ocupação é a expansão da fronteira agrícola na área do Projeto APAPORÉ.

Pela Tabela 3.4 pode-se notar que a classe "área agrícola" com seus 270.375,00 ha, representa apenas 2,72% da área de estudo. Apesar de pouca extensão em área, esta classe está concentrada nos municípios de São Gabriel D'Oeste (97.631,25 ha), Cassilândia (63.856,25 ha), Sidrolândia (36.737,50 ha), Costa Rica (24.125,00 ha), Paranaíba (23.562,50 ha) e Camapuã (14.737,50 ha), sendo insignificante a sua ocorrência nos outros municípios. O município de São Gabriel D'Oeste, ao norte de Campo Grande, possui 29,29% de sua área ocupada com agricultura, sendo considerado, em relação às outras classes de uso da terra, predominantemente agrícola.

Os municípios de Cassilândia, Costa Rica, Camapuã e Paranaíba 2, situados ao norte/nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, representam, aproximadamente, a metade da área agrícola da área de estudo. O município de Sidrolândia, ao sul de Campo Grande, apresenta também características agrícolas principalmente na sua parte sul, nos limites com o município de Maracaju.

Todos os municípios da área de estudo apresentam a classe "pastagem introduzida", confirmando que esta é uma região de pastoreio. O município que apresenta a maior área de pastagem introduzida foi Inoçência (204.375,00 ha) e a menor área São Gabriel D'Oeste (15.425,00 ha), representando 30,59% e 6,93% dos municípios, respectivamente. Em termos

de percentagem, esta classe se constitui em 16,83% da área de estudo, com 1.678.193,75 ha. Pode-se verificar ainda pelas Tabelas 3.4 e 3.5 que o município de Jaraguari, com 84.068,75 ha de pastagens introduzidas, é o que possui maior percentagem ocupada por esta classe (45,56%).

A classe "solo preparado/exposto" não tem representatividade espacial na área de estudo. Pela Tabela 3.5 pode-se verificar que ela ocupa apenas 0,7%, correspondendo a 70.206,25 ha. Dentre os municípios que apresentaram esta classe, destacam-se o de Sidrolândia, com 15.187,50 ha correspondendo a 2,29% da área do município, e os municípios de Costa Rica, Paranaíba 2 e São Gabriel D'Oeste, apresentando áreas de solo preparado para plantio agrícola. Nesta classe ressaltam ainda os municípios de Bandeirantes com 10.206,25 ha (2,12%) e Inocência (7.937,50 ha), áreas estas provavelmente relacionadas a pastagens com bastante solo exposto.

Dentro da classe de vegetação natural, a "mata galeria" apresentou somente 73.525,00 ha, correspondendo a 0,74% da área de estudo. Estes dados demonstram que a mata galeria vem sofrendo um processo de degradação. Apesar disso, merecem ser citados os municípios de Paranaíba 2, com 11.312,50 ha, Caracol com 7.793,75 ha, Rochedo com 7.619,00 ha e Antonio João com 5.193,75 ha, correspondendo respectivamente a 1,24%, 2,66%, 4,38% e 2,64% dos municípios. A mata galeria remanescente está inteiramente ligada aos rios principais da área de estudo, tais como: Sucuriú e Indaiá Grande (Paranaíba); Apa, Caracol e Perdido (Caracol); Aquidauana (Rochedo) e Apa e Cabeceiras do Dourados (Antonio João).

A área de estudo, em função da classe "Cerradão" apresenta ainda extensas áreas, como por exemplo o município de Nioaque com 138.875,00 ha, correspondendo a 37,95% de sua área. Merecem destaque também os municípios de Anastácio (120.075,00 ha), Bonito (108.500,00 ha), Caracol (122.206,25 ha), localizados ao sul da área de estudo; Terenos (108.631,35 ha) a leste de Campo Grande, e Costa Rica (117.562,50 ha), ao norte da área de estudo. Percentualmente, estas áreas representam respectivamente 25,36%, 20,85%, 41,80%, 43,42 e 23,43% da área dos municípios. Pode-se perceber por estes dados que, embora a região estudada se

ja predominantemente de pastoreio, existem ainda áreas não ocupadas, como uma alternativa de expansão da fronteira agrícola, desde que as condições de solo, relevo e clima o permitam. Em função da área de estudo, esta classe ocupa 1.356.631,25 ha, representando 13,66%.

A classe "Cerrado/Campo Cerrado/Campo Sujo" foi a única que ocorreu em todos os municípios, pois ela representa um agrupamento de 3 formas de "cerrado", que é a vegetação característica do Centro - Oeste Brasileiro. Ocupando uma área de 2.211.884,25 ha, esta classe corresponde a 22,27% da área estudada. Os municípios situados ao norte/nordeste da área de estudo foram os que apresentaram a maior incidência desta classe em termos percentuais: Inocência (43,20%), Jaraguari (41,37%), Camapuã (36,88%), correspondendo respectivamente a 288.688,00 ha, 77.432,00 ha e 336.825,00 ha. Devem ser destacados, também, os municí

pios de Água Clara (236.787,50 ha) e Paranaíba (205.687,50 ha), apesar de a ocorrência desta classe ser menor, percentualmente, em função da área dos municípios.

A classe "Cerrado alterado/pastagem" é a classe de maior incidência na região estudada, ocupando uma área de 4.124.017,00 ha, correspondendo a 41,51%, sendo que apenas o município de Jaraguari deixou de apresentá-la. Dentre os municípios com maior ocorrência desta classe destacam-se: Antonio João (62,33%), Bela Vista (62,57%), Jardim (53,45%) e Sidrolândia (51,97%) localizados ao sul da área de estudo; e Água Clara (51,29%), Aparecida do Taboado (59,16%) e Camapuã (48,33%) ao norte/nordeste. Estes dados comprovam, novamente, que a região de estudo é predominantemente pastoril, atividade esta que devido às suas próprias características (rotatividade de mão-de-obra) não fixa o homem no ambiente rural.

Quanto à classe "reflorestamento", na área de estudo, apenas 3 municípios apresentaram sua ocorrência: Água Clara (75.043,75 ha), Sidrolândia (2.850,00 ha) e Anastácio (1.812,50 ha), representando, respectivamente, 6,83%, 0,44% e 0,38% de suas áreas. O total da área obtido para esta classe (79.706,25 ha) é relativamente baixo, considerando-se que existem municípios no Estado de Mato Grosso do Sul que apresentam grandes áreas reflorestadas, como é o caso de Ribas do Rio Pardo.

A última classe de uso da terra considerada no mapeamento da área de estudo, foi a "Queimada". Esta classe representa uma área de 64.412,25 ha, correspondendo a 0,65% dos municípios estudados, destacando-se: Jaraguari (18.275,00 ha), Bandeirantes (12.875,99 ha) e Água Clara (10.025,00 ha). Por serem municípios com predominância de atividades pastoris, essas áreas podem ser consideradas como queimada da vegetação natural para ser usada como pastagens naturais.

As Tabelas 3.4 e 3.5 também mostram a área em hectares de cada município, bem como a percentagem de sua ocupação dentro da área de estudo.

O menor município apresentado dentro da área de estudo é Rochedo com 173.888,00 ha, e o maior é Água Clara com 1.099.262,00 ha. Verifica-se que Rochedo possui 4,38% com mata galeria remanescente, 21,65% de cerrado e 15,13% de pastagem introduzida. Água Clara possui apenas 0,53% de mata galeria, 3,03% de cerrado e 15,81% de pastagem introduzida, possuindo a maior área reflorestada dentro da área de estudo (6,83%).

A Figura 3.1 mostra a tendência de ocupação da terra na área de estudo. Neste mapa são apresentadas apenas quatro classes de uso da terra: predominância de pastagem (incluindo todas as formas de cerrado, exceto o cerrado, pastagens introduzidas e cerrado alterado / pastagem), cerrado, área agrícola e reflorestamento. O objetivo deste mapa foi mostrar, esquematicamente, a ocupação da área abrangida pelo Projeto APAPORÉ.

Pode-se perceber por este mapa que, apesar de ser uma região predominantemente de pastagens, existe ainda uma grande área coberta por cerrado, localizada principalmente na parte centro-sul, para ser utilizada com a implantação de áreas agrícolas ou pastagens introduzidas. Quanto à área agrícola aparecem áreas de ocorrências significativas, responsáveis por esta atividade ao norte da área de estudo.

A seguir Figura 3.1.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

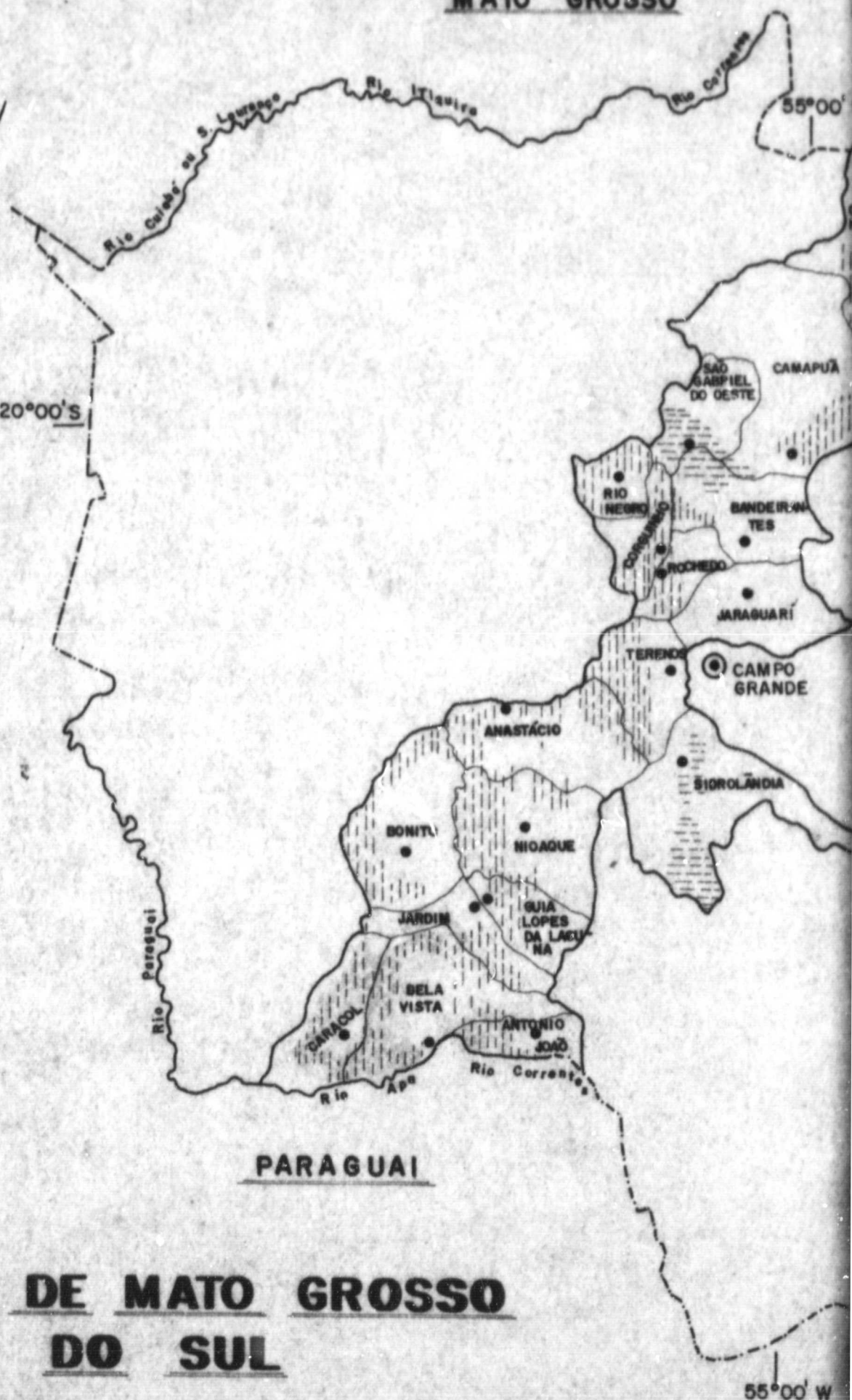
ECADOUT FRAME

MATO GROSSO

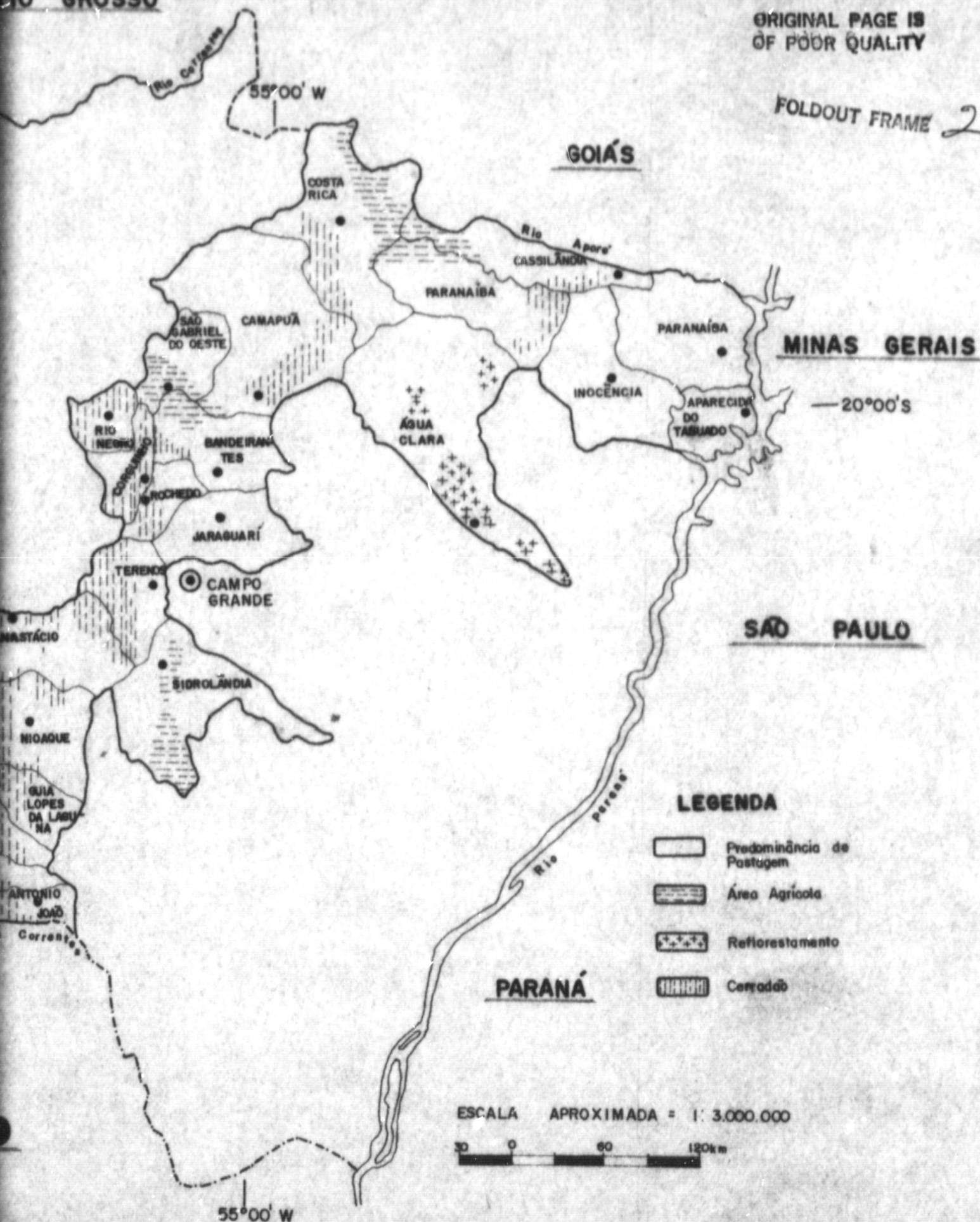
BOLIVIA 20°00'S

PARAGUAI

ESTADO DE MATO GROSSO
DO SUL



FOLDOUT FRAME 2



O resultado do mapeamento do uso da terra da área estuda da mostra que ela é ocupada na sua maior parte por pastagens. Supõe-se que a fronteira agrícola poderá ser expandida com a implantação do eixo rodoviário, desde que as condições de solo e topografia o permitam.

3.4 - ANÁLISE AUTOMÁTICA

O objetivo desta análise foi mostrar a potencialidade da interpretação automática dos dados do Sistema LANDSAT para a classificação do uso da terra. É importante ressaltar que, com o aparecimento de novos satélites de recursos naturais e mesmo de novos sensores para a obtenção de dados, a quantidade de informações geradas só poderá ser processada e analisada através da análise automática.

Na análise automática foi utilizada como área teste parte do município de São Gabriel D'Oeste, referente a uma parte da imagem de órbita 248, ponto 26. As classes de uso da terra propostas na análise visual serviram como área de treinamento para a análise automática. Como foi utilizada apenas parte de uma imagem, a legenda de uso da terra ficou restrita às seguintes classes: Solo Preparado/Exposto; Cerradão; Pas tagem Introduzida; Área Agrícola; Mata Galeria; Cerrado Alterado / Pasta gem. A definição dessas classes é a mesma da apresentada na análise visual.

O algoritmo de classificação utilizado para essa análise encontra-se implementado no Analisador Interativo de Imagens Multiespec trais (IMAGE-100). Este algoritmo é denominado MAXVER e se destina à classificação ponto por ponto de imagens multiespectrais. O critério utilizado na classificação foi o da máxima verossimilhança ("Maximum Likelihood"), segundo classes escolhidas interativamente pelo usuário (Velasco et alii, 1978).

O sistema de classificação se divide em duas fases: 1ª) treinamento, em que o usuário seleciona as amostras referentes às classes escolhidas; 2ª) classificação propriamente dita. A fundamentação teórica do algoritmo MAXVER encontra-se descrita detalhadamente em Velasco et alii (1978).

A grande vantagem desse algoritmo é que ele apresenta opções que permitem, a cada passo do processo classificatório, uma avaliação dos resultados. Através da opção "matriz de classificação", o usuário pode ter uma previsão da classificação, com uma estimativa do tipo e percentual dos erros na classificação. Essa previsão é feita através de uma matriz, onde, para cada coluna, são dados os percentuais dos pontos não classificados e daqueles classificados em outras classes.

Esta previsão é válida para um dado "limiar". Este limiar representa uma constante real positiva com a qual será feita a classificação. Quanto menor o limiar maior o rigor da classificação, podendo variar de 1 a 6.

O ideal para classificação é conseguir amostras de treinamento que façam com que a diagonal da matriz se aproxime de 100%, ou seja, que a maior parte das amostras utilizadas para a classificação caracterizem de fato a classe a que pertencem. Não sendo satisfatório o resultado da matriz de classificação, o usuário conta com a opção que permite a análise das amostras de treinamento. Através desta opção, o usuário pode verificar que as amostras não foram bem selecionadas, de modo a reposicioná-las ou selecionar novas amostras.

Quando o usuário conta com muitas amostras numa classe e algumas das amostras não são representativas, ele pode contar com a opção de subtração de amostras e avaliar, posteriormente, o resultado da previsão de classificação.

Quando o resultado é satisfatório, pode-se solicitar a classificação de toda a imagem que é mostrada no vídeo do IMAGE 100. O usuário pode ainda confrontar a classificação do vídeo com seu conhecimento da área e decidir se aquela é satisfatória ou não. Não sendo, todo o processo é reiniciado. Definidas as classes de interesse, o algoritmo MAXVER é desativado, e através do Programa Cálculo de Área, implementado no IMAGE 100, pode-se obter a área ocupada em cada tema.

O procedimento acima descrito foi executado para a área teste escolhida, obtendo-se uma listagem com as classes de interesse, o número de pontos como amostras de treinamento, a média do nível de cinza das amostras para cada canal do LANDSAT, a matriz de covariância e a matriz de classificação.

A Figura 3.2 representa a área teste escolhida, ampliada no vídeo do IMAGE 100 para a escala de 1:100.000, abrangendo uma área de aproximadamente 79.000,00 ha.

A seguir, será feita uma análise completa dos parâmetros obtidos através do tratamento automático de dados e dos principais problemas encontrados no processo de classificação.

A Tabela 3.6 apresenta a matriz de classificação para as amostras das classes de uso da terra da área teste. Estes resultados são válidos para o limiar igual a 5, que foi solucionado porque proporcionava uma discriminação de pontos não classificados em relação a limiares inferiores.

A análise da diagonal da matriz de classificação (Tabela 3.6) permite verificar que existe uma boa previsão de classificação correta, visto que os valores oscilam de 79,9% a 100% de classificação correta das amostras de treinamento.

Apesar disso, pode-se verificar que existem alguns problemas na estimativa dessa classificação, pois, excetuando-se o caso de solo preparado/exposto com 100% de precisão de classificação correta, a área agrícola com 95,4% e a pastagem introduzida em 94,5%, os demais valores variam de 79,9% a 85,0%.

A classe com menor previsão de classificação correta é a classe "cerrado" (79,0%), porque apresenta uma alta superposição com a classe "mata galeria". Este fato é perfeitamente explicável, pois o cerrado na área de estudo apresenta aspecto de mata, fazendo com que estas duas classes apresentem respostas espectrais semelhantes.

ORIGINAL PAGE
COLOR PHOTOGRAPH

- 48 -

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY



Fig. 3.2 - Ampliação da área teste no vídeo do I-100.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

TABELA 3.6

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS CLASSES DE USO DA TERRA ANALISADAS

CLASSES ANALISADAS	N	1	2	3	4	5	6	7
SOLO PREPARADO/EXPOSTO	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CERRADÃO	0,0	0,0	79,9	0,0	0,0	17,4	2,7	0,0
PASTAGEM INTRODUZIDA	0,2	0,0	0,0	94,5	5,0	0,0	0,3	0,0
ÁREA AGRÍCOLA	0,0	0,0	0,0	3,7	95,4	0,0	0,9	0,0
MATA GALERIA	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	85,0	10,0	0,0
CER. ALTERADO/PASTAGEM	0,0	0,0	5,6	0,5	0,0	10,0	83,9	0,0
SOMBRA	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95,0

N = Percentagem de pontos não classificados

Limiar = 5,0

Desempenho médio = 91,3%

Abstenção média = 0,1%

Confusão média = 8,6%

A classe "cerrado alterado/pastagem" (83,9% de previsão de classificação correta) apresenta superposição com as classes "mata galeria" e "cerradão". Isto pode ser explicado pois a classe de cerrado alterado/pastagem é constituída por vegetação alterada, podendo-se confundir com outras classes do uso da terra, de acordo com o seu grau de alteração.

A outra classe que apresentou superposição foi a "mata galeria", com 85% de previsão de classificação correta, havendo confusão na classificação com as classes "cerradão", e "cerrado alterado/pastagem". A explicação para este fato é a mesma registrada para as classes anteriores, visto que a maior superposição apresentada é para estas três classes de uso da terra.

Vale ainda ressaltar a superposição ocorrida entre as classes "área agrícola" e "pastagem introduzida" que, apesar de ser pequena, é perfeitamente explicada, pois as duas classes apresentam respostas espectrais semelhantes.

A classe "sombra" foi colocada na classificação porque na área teste ocorre uma região de escarpa, que estava sendo classificada como cerradão. Para eliminar este problema foi criada esta classe, ocorrendo, apesar disto, uma pequena superposição (5%) com a classe cerradão.

Com a utilização do algoritmo MAXVER, a classificação automática teve um desempenho médio de 91,3%, uma confusão média entre as classes de 8,6% e uma abstenção média de 0,1%, ou seja, apenas 1,0% de pontos não classificados.

A Tabela 3.7 apresenta a média dos níveis de cinza das classes de uso da terra analisadas para a área teste. Pode-se perceber por esta tabela que as classes "cerradão", "mata galeria" e "cerrado alterado/pastagem", apresentam níveis médios de cinza, principalmente nos canais 4 e 5 do MSS/LANDSAT confirmando a superposição apresentada por estas classes.

Para as classes "cerradão" e "mata galeria" este fato já era esperado, visto que a vegetação densa absorve a radiação na faixa espectral desses 2 canais, correspondendo a níveis de cinza muito baixos e tons de cinza-escuro.

A classe "solo preparado/exposto" apresentou resposta espectral característica nos canais 6 e 7 do MSS/LANDSAT, isto é, níveis de cinza baixos na faixa espectral abrangida por estes canais. Isto é explicado pelo fato de que na área teste esta classe ocorre em áreas de chapada, onde os solos predominantes são de cor vermelha, provocando uma maior absorção na faixa espectral do infravermelho.

A classe "área agrícola" apresentou níveis de cinza mais altos nos canais 6 e 7 do MSS/LANDSAT, representando alta reflexão nesta faixa do espectro eletromagnético, enquanto a classe sombra apresentou os níveis de cinza mais baixos em todos os canais do MSS/LANDSAT.

TABELA 3.7

MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA DAS CLASSES DE USO DA TERRA ANALISADAS

CLASSE USO DA TERRA	MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO LANDSAT			
	4	5	6	7
SOLO PREPARADO/EXPOSTO	21,35	34,22	25,52	24,85
CERRADÃO	22,02	22,65	36,78	47,19
PASTAGEM INTRODUZIDA	28,65	41,13	44,35	49,05
ÁREA AGRÍCOLA	29,89	42,64	52,83	57,51
MATA GALERIA	23,30	22,05	42,30	55,05
CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	24,67	27,00	42,77	52,88
SOMBRA	19,25	16,70	13,35	18,70

A Tabela 3.8 apresenta a área ocupada pelas classes de uso da terra, obtida através da classificação automática para a área teste analisada, bem como a percentagem de sua ocupação. Pela análise desta

tabela verifica-se que a classe "cerrado alterado/pastagem" ocupa maior parte da área teste (44,68%), correspondendo a 35.133,00 ha e ocorrendo em áreas de relevo movimentado. A classe com menor percentagem de ocupação foi a "solo preparado/exposto" com 2,88%, correspondendo a 2.268,00 ha. Esta classe apareceu na área de chapada, ao norte da área teste.

TABELA 3.8

ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES DE USO DA TERRA OBTIDA
ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

CLASSES ANALISADAS	ÁREA EM HA	PERCENTAGEM
SOLO PREPARADO/EXPOSTO	2.268,60	2,88
CERRADÃO	10.265,40	13,05
PASTAGEM INTRODUZIDA	13.936,50	17,72
ÁREA AGRÍCOLA	7.304,10	9,29
MATA GALERIA	6.121,20	7,78
CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	35.133,60	44,68
SOMBRA	1.796,70	2,29
NÃO CLASSIFICADO	1.817,10	2,31
TOTAL	78.643,20	100,00

Os resultados obtidos na análise automática para a área teste comprovam aqueles obtidos na análise visual: a área de estudo é predominante de pastoreio.

A Figura 3.3 apresenta a classificação automática do uso da terra para a área teste. Nesta classificação a classe "pastagem introduzida" foi denominada "pastagem artificial".

ORIGINAL PAGE
COLOR PHOTOGRAPH

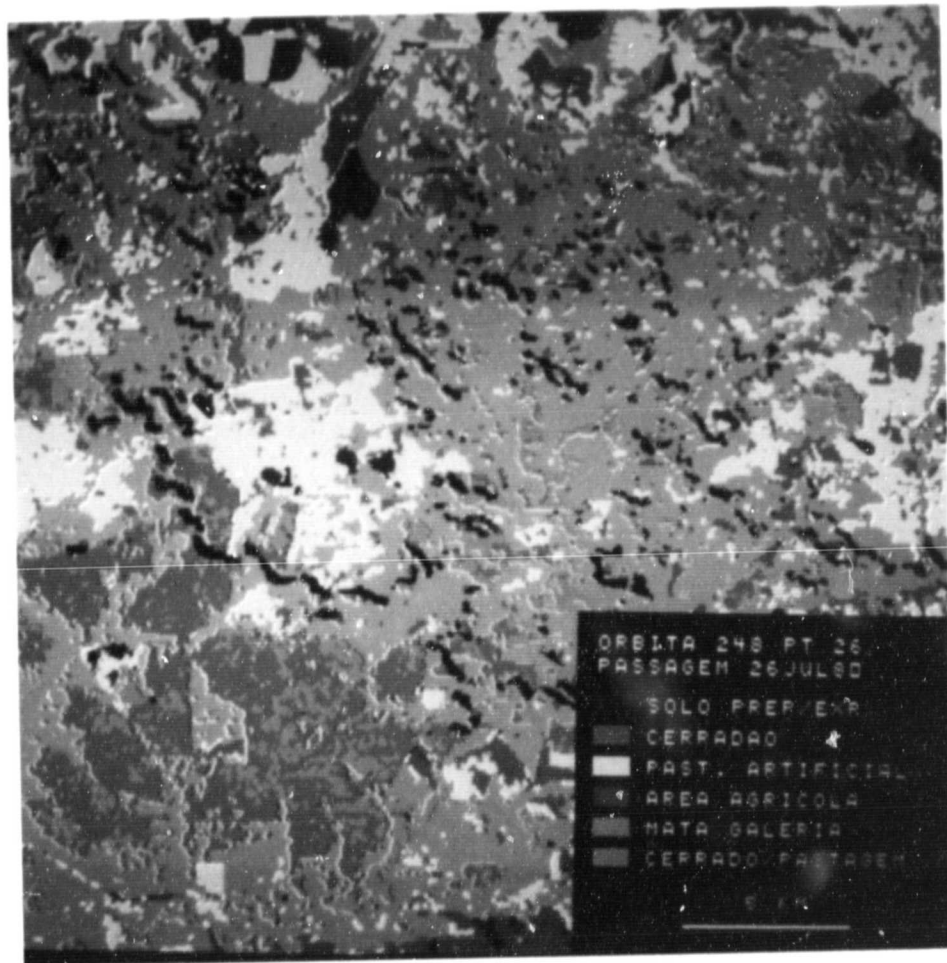


Fig. 3.3 - Classificação automática do uso da terra na área de estudo.

3.5 - MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

O mapeamento geomorfológico da área de estudo é apresentado através da descrição de grandes conjuntos morfo-estruturais. Para auxiliar esta descrição foi utilizada a coluna estratigráfica, simplificada (Tabela 3.9), apresentada no mapa geológico do Estado de Mato Grosso do Sul (CODESUL, 1980) que permitiu comparações com tipos de solos e unidades de relevo.

Na definição dos 05 (cinco) grandes conjuntos morfo-estruturais, que ocorrem na área de estudo, procurou-se associar as principais unidades lito-estratigráficas às principais associações de solos e unidades de relevo. Os conjuntos morfo-estruturais definidos apresentados resumidamente na Tabela 3.10, foram os seguintes: Baixo Planalto do Sul da Serra da Bodoquena, Planalto da Serra da Bodoquena, Depressão Periférica do Rio Miranda, Escarpas e Patamares da Serra de Maracaju e Planalto Oriental Sul-Matogrossense.

Os resultados do mapeamento geomorfológico são apresentados em folhas individuais de 10 por 1030', com base cartográfica baseada nas coordenadas do LANDSAT (Volume III). Nesses mapas, além das unidades geomorfológicas, também são mostrados os limites dos municípios, os rios, as estradas principais e as sedes dos municípios. O mapeamento geomorfológico não foi apresentado por município porque, como as imagens LANDSAT proporcionam uma visualização do arranjo espacial das formas que resultam em grandes conjuntos topográficos diferenciados (Santos et alii, 1980), perder-se-ia essa visão global do relevo da área de estudo. A seguir, serão descritos os conjuntos morfo-estruturais obtidos no mapeamento geomorfológico da área estudada (Tabela 3.10). A definição das unidades de relevo apresentada nesta tabela pode ser encontrada no Capítulo 2.

1. Baixo Planalto do Sul da Serra da Bodoquena

Este planalto com altimetrias médias, que variam entre 120 e 300m, é drenado pelo rio Apa e afluentes para este, coalescendo com a

TABELA 3.9

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

QUATERNÁRIO	Depósitos aluvionares = areias, argilas e cascalhos
TERCIÁRIO	Formação Xaraíes: tufos calcários e travertinos
CRETÁCIO	Cobertura detrítico - Laterítica e/ou Arenosa associada à Formação Cachoeirinha: sedimentos inconsolidados, castanhos, avermelhados, com leitos de seixos basais, parcialmente laterizados, preservados em superfícies de aplainamento.
	Formação Bauru: arenitos às vezes calcíferos, avermelhados, de granulação média, mal classificados, com grânulos e seixos esparsos. Conglomerados de matriz argilosa vermelha, geralmente muito silicificados. Níveis de sílex.
	Formação Caiuá: arenitos finos a médios ortoquartzíticos, bem classificados, frios, às vezes silicificados, bem estratificados. Estratificação cruzada, indicando origem eólica.
JURÁSSICO/CRETÁCIO	Formação Serra Geral: sequência de derrames básicos com intercalação de camadas metálicas de arenitos eólicas recozidos. Basaltos dominantes cinza-negro, finos e macios. Níveis amigdalóides no topo dos derrames. Localmente tufo vulcânico. Diques de diabásio e andesito.
TRIÁSSICO/JURÁSSICO	Formação Botucatu: arenitos eólicos com estratificação cruzada, cores marrom-avermelhado, rosado e pardacento, granulação fina e grossa, formados de grãos predominantemente de quartzo, bem arredondados e selecionados, geralmente de superfície fosca.
CARBONÍFERO/PERMIANO	Formação Aquidauana: sequência sedimentar essencialmente arenosa, de coloração vermelha-arroxeadada, com notável variação faciológica. Parte inferior: arenitos macios com diamictitos, elásticos finos e arenitos brancos grosseiros subordinados e conglomerados basal. Parte média: siltitos, folhelhos e arenitos (continua)

Tabela 3.9 - Conclusão

CARBONÍFERO/PERMIANO	finos, cimento ferruginoso, com estratificação plano-paralela e diamictitos de matriz argilosa subordinados. Parte superior: arenitos róseos com estratificação cruzada subaquosa e níveis de siltos.
DEVONIANO	Formação Ponta Grossa: siltitos, folhelhos e arenitos finos, cinza a cinza-esverdeado, finamente estratificados. Na porção meridional, predominância de siltitos cinza-amarelado e vermelho, fossilíferos, sericiticos, bem estratificados, estratificação cruzada e arenitos basais.
	Formação Furnas: pacote de sedimentos essencialmente arenosos, de cor avermelhada a esbranquiçada, com níveis de conglomerados e siltitos argilosos, destacando-se bancos com estratificação cruzada, conglomerado basal delgado.
	Formação Araras: calcários calcíticos e dolomíticos, dolomitos em geral parcialmente silicificados, margas, calcarenitos com estratificação cruzada, brechas e marmores dolomíticos.
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR OU NOVO	Formação Cerradinho: alternância de calcários calcíferos, folhelhos, siltitos e dolomitos, cinza a cinza-esverdeado, fina e regularmente estratificados. Conglomerados petromíticos.
	Micaxistos, comumente com passagens transicionais para quartzitos e rochas carbonáticas.
	Filitos com fácies quartzíticas, grafíticas e hematíticas.
	Marmores calcíticos e dolomíticos com metabrechas intraformacionais. Metaconglomerados com matriz xistosa e filitosa. Metabasitos associados. Diferenciação de marmores calcíticos e dolomíticos.
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO	biotita-gnaisses e hornblenda-gnaisses com anfibolitos, leptinitos, granitos e quartzitos subordinados.

FONTE: CODESUL, 1980

porção meridional do Pantanal Matogrossense. O Planalto pode ser considerado como a parte final sul da Serra da Bodoquena, em relação à qual o contato é feito por extensas rampas, sobre as quais foram observados processos de coluvionamento generalizados.

Como na região as várzeas e baixas colinas ocupam uma grande extensão, indicou-se com os expoentes (1) e (2) a posição altimétrica relativa mais elevada das baixas colinas em relação às várzeas. Nestas duas unidades de relevo ocorrem associações de solos do tipo Vertissol Carbonático e Chernozêmico (VI), Laterita Hidromórfica Não-solódica Distrófica (H1d), Planossol Não-solódico Eutrófico (PLE1). Nas colinas com diferentes graus de dissecação ocorrem Regossol Eutrófico (REe2), Associação Complexa Regossol mais Laterita Hidromórfica Não-solódica (REd3) e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LE3). BOLETIM TÉCNICO DA DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. Rio de Janeiro, nº 18, 1971.

2. Planalto da Serra da Bodoquena

O planalto que constitui a Serra da Bodoquena, com altimetrias que variam de aproximadamente 200 a 700 metros, estende-se em direção norte-sul da planície do Pantanal Matogrossense até próximo à foz do Rio Piripucu (afluente do Rio Apa). A oeste, limita-se por extensa escarpa com as morrarias constituídas por gnaisses, magmatitos e anfibólitos da Associação metamórfica do Alto Tererê, já fora da área de estudo. Mais ao sul, este Planalto praticamente coalesce com o Baixo Planalto do sul da Serra da Bodoquena. A oeste, a Serra da Bodoquena limita-se com a Depressão Periférica do Rio Miranda, numa área com ocorrência de cristas, alinhadas em direção aproximada norte-sul.

Nesta unidade morfo-estrutural existe uma maior correlação entre litologias, solos e relevo. Por exemplo, a Associação de Terra Roxa Estruturada Latossólica Eutrófica (TRel), o Latossol Vermelho Escuro Distrófico (LEd3) e a Associação Complexa Redzina com afloramento calcário mais Brunizem Avermelhado (RZ1) estão relacionados aos sedimentos pelíticos (folhelhos e siltitos) e os calcários e dolomitos do Grupo Corumbá. O relevo predominante destas associações é colinoso suave, com diferentes índices de dissecação, ocorrendo ainda, próximo à escar

pa da Serra da Bodoquena a oeste, amplos interflúvios tabulares. As cristas mapeadas nesta unidade morfo-estrutural constituem afloramentos de calcários, originando feições típicas de "karts". A associação complexa gley húmico v_{er}tico mais gley húmico carbonático (HGHe) está relacionada à ocorrência de tufos calcários e travertinos (Formação Xaraiês), correspondendo a áreas de várzeas e de colinas com relevo suave. BOLETIM TÉCNICO DA DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. Rio de Janeiro, n 18, 1971.

3. Depressão Periférica do Rio Miranda

A depressão drenada por este rio e afluentes limita-se a leste pela unidade de Escarpas e Patamares da Serra de Maracaju, e a oeste e sul com a Serra da Bodoquena. O contato entre estas duas unidades morfo-estruturais dá-se também, nesta região, em rampas suaves, que foram dissecadas em colinas com diferentes índices de dissecção. Talhada essencialmente em litologias do Grupo Cuiabá, predominam nesta depressão as Associações Regossol Vermelho Escuro (LEd3), ambos sobre micaxistos, filitos e quartzitos deste grupo. A Associação complexa Rendizna mais Brunizem Avermelhado (Rz1) ocorre sobre calcários, enquanto o Brunizem Avermelhado (BV) ocorre isoladamente na várzea do Rio Chapena, no extremo norte do município de Bonito. O relevo colinoso amplo com diferentes índices de dissecção é mais comum aos tipos pedológicos LEd3, REd1, REd2 e Rz1, sendo que este último ocorre nas áreas com relevo de cristas.

4. Escarpas e Patamares da Serra de Maracaju

Esta unidade morfo-estrutural, com várias centenas de quilômetros de extensão e direção geral SSW-NNE, engloba escarpas, superfícies escalonadas e relevos colinosos intensamente dissecados e em diversos níveis altimétricos. Constitui-se, ao norte, numa região de transição entre o Pantanal Matogrossense (a oeste) e o Planalto Oriental Sul Matogrossense (a leste), enquanto ao sul interpõe-se entre a Depressão do Rio Miranda e o Planalto Oriental Sul-Matogrossense.

TABELA 3.10

GRANDES CONJUNTOS MORFO-ESTRUTURAIS DA ÁREA DE ESTUDO

CONJUNTO MORFO-ESTRUTURAL	PRINCIPAIS LITOLÓGICAS(*)	PRINCIPAIS ASSOCIAÇÕES DE SOLIS(**)	PRINCIPAIS UNIDADES DE RELEVO
MATO PLANALTO DO SUL DA SERRA DA BODOQUENA	Gnaissos, Leptinitos, Granitos, Quartzitos (Pré-Cambriano Indiviso)	VI - Vertissol carbonático A chernozêmico M4 - Laterite hidromórfica não-solódica distrófica PLe1 - Planossol não-solódico eutrófico PLe2 - Regossol eutrófico A kEd3 - Associação Regossol + Laterite hidromórfica não-solódica, solos distróficos LEd3 - Latossol vermelho-escuro distrófico	BCO + PA CO ₁₁ , CO ₁₂ , BCO + PA BCO + PA CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃
PLANALTO DA SERRA DA BODOQUENA	Calcários calcíticos e dolomíticos, Margas, Calcarenitos, Brechas, Mármore, Folhelhos, Siltitos e Dolomitos (Grupo Corumbá)	TRel,2,3 - Terra roxa estruturada latossólica eutrófica A RZ1 - Associação complexa rendzina com afloramento de calcário + brunizem avermelhado MGHe - Assoc. compl. gley hídrico vertico + gley hídrico carbonático LEd3 - Latossol vermelho-escuro distrófico	CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CR ₁₁ , BCO + PA ^(*) IT ₁₁ , CO ₁₁ CO ₁₁ , CO ₁₂ CO ₁₁ , CO ₁₂ , IT ₁₁
DEPRESSÃO PERIFÉRICA DO RIO MIRANDA	Micasstos, Filitos, Mármore calcíticos e dolomíticos, Quartzitos, Metagranitos, Metaregnos, Metabásitos (Grupo Curitiba)	LEd3,5 - Latossol vermelho-escuro distrófico RZ1,2 - Regossol distrófico RZ1 - Assoc. compl. rendzina com afloramento de calcário + brunizem avermelhado BV - Brunizem avermelhado	CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , PA + BCO CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , PA + BCO CR ₁₁ BCO + PA
ESCARPAS E PATAMARES DA SERRA DE MARACAJU	Arenitos finos, Siltitos, Folhelhos, Arenitos eólicos, Basaltos, Tufo vulcânico, diques de diabásio, Coberturas detrítico-lateríticas ou arenosas, sedimentos inconsolidados (Unidades Estratigráficas do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico)	PV - Podzólico vermelho amarelo PLe4,5 - Podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico MLe1 - Assoc. compl. Laterite hidromórfica solódica + Solonetz solodizado plintico, solos eutróficos MLe3 - Assoc. Laterite hidromórfica solódica eutrófica LEd10,14 - Latossol vermelho-escuro distrófico TRel - Terra roxa estruturada latossólica eutrófica Re1 - Assoc. solos litólicos eutróficos + latossol roxo pouco profundo eutrófico Re2 - Assoc. solos litólicos eutróficos + vertissol cálcico Re3 - Assoc. compl. solos litólicos eutróficos + afloramento de rocha LRe2 - Latossol roxo eutrófico LRe3 - Latossol roxo pouco profundo eutrófico LEd3,4 - Latossol roxo distrófico	CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , BCO + PA ^(*) , BCO + PA ^(*) CO ₁₁ , CO ₁₂ , BCO + PA CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , BCO + PA CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CO ₁₄ , BCO + PA CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , IT ₁₁ , PA + BCO CO ₁₁ , CO ₁₂ IT ₁₁ IT ₁₁ , CO ₁₁ CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CO ₁₄ , CO ₁₅ , IT ₁₁ , IT ₁₂ CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CO ₁₄ , CO ₁₅ , IT ₁₁ , IT ₁₂ IT ₁₁
PLANALTO ORIENTAL SUL-MATOGROSSENSE	Arenitos finos a médios e orto quartzíticos, às vezes calcíferos, coberturas detrítico-laterísticas e/ou arenosas (Cretáceo e Cenozóico)	PV - Podzólico vermelho amarelo (eutrófico, distrófico, chernozêmico) LE - Latossol vermelho-escuro distrófico AQ ₁ - Areias quartzosas + Latossol de textura média, incluindo textura argilosa e Cambissol latossólico	CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CO ₁₄ , CO ₁₅ , CO ₁₆ , CO ₁₇ , CO ₁₈ , CR ₁₁ , PA + BCO CO ₁₁ , CO ₁₂ , IT ₁₁ , PA + BCO CO ₁₁ , CO ₁₂ , CO ₁₃ , CO ₁₄ , CO ₁₅ , CO ₁₆ , CO ₁₇ , IT ₁₁ , IT ₁₂ , PA + BCO

(*) Dados obtidos do mapa Geológico do Estado do Mato Grosso do Sul (CODESUL, 1980) e do Projeto Bonito-Aquidauana (DNPM, 1978).

(**) Dados obtidos do Boletim Técnico da Divisão de Pesquisa Pedológica (1971) e do Estudo de Desenvolvimento integrado da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL/MINTER/SUDECO, 1979).

A disposição geral dos planos de acamamento das rochas com "strike" aproximado norte sul e "dip" para leste, forçou a rede de drenagem a entalhar obsequentemente as unidades estratigráficas, constituídas essencialmente por sequências sedimentares paleo-mesozóicas. Assim se explicam, em parte, as passagens epigênicas, gargantas e cursos encachoeirados em diversas seções dos rios que cortam esta região.

Em função do predomínio de litologias essencialmente arenosas (arenitos com granulação que variam de fina a grossa) nesta unidade morfo-estrutural, predominam solos dos tipos Latossol Vermelho Escuro Distrófico (LEd₁₀ e LEd₁₄), Podzólico Vermelho Amarelo (PV) e Podzólico Vermelho Equivalente Eutrófico (PE₄ e PE₅), ocorrendo secundariamente Associação Complexa de Laterita Hidromórfica mais Solonetz Solodizado Plíntico, sendo ambos eutróficos (HLe₁ e HLe₃). Nesta área, o relevo varia de colinoso suave (por exemplo, CO₂₂ e CO₂₃) a colinoso fortemente ondulado (por exemplo, CO₃₁ e CO₃₂) no sentido W-E, ou seja, na medida em que se aproxima das escarpas da Serra de Maracaju, o relevo torna-se mais movimentado. Estas escarpas, sustentadas por rochas básicas (basaltos e diabásios) não são contínuas; frequentemente intercalam-se com relevos colinosos fortemente ondulados. Acredita-se que este fenômeno é devido, em parte, às variações locais da espessura dos derrames das rochas eruptivas básicas, que ocorrem nessa área.

Os relevos colinosos fortemente ondulados (CO₃₁, CO₃₂, CO₄₁ e CO₄₂) apresentam frequentemente fisionomias de "campos de matacões" (boulders), predominando nestas áreas Associações de Solos Litólicos Eutróficos que podem incluir: Latossol Roxo pouco profundo Eutrófico (Re₁), Vertissol Cálcio (Re₂) ou Afloramento de Rocha (Re₃). Os dois últimos tipos pedológicos podem ocorrer também acima das escarpas, constituindo amplos interflúvios tabulares (IT₂₄). Sobre rochas básicas ocorrem ainda solos característicos como Terra Roxa Estruturada Latossólica Eutrófica (TRe), Latossol Roxo Eutrófico (LRe₂ e LRe₃) e Latossol Roxo Distrófico (LRd₃ e LRd₄), onde predominam colinas com diferentes índices de dissecação, ocorrendo também relevos suavemente ondulados (IT₂₄). Tais tipos pedológicos possuem uma fertilidade natural relativamente elevada, em comparação àqueles que ocorrem sobre litologias arenosas. BOLETIM TÉCNICO DA DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. Rio de Janeiro nº 18. 1971.

5. Planalto Oriental Sul - Matogrossense

Este extenso planalto, localizado a E das escarpas da Serra da Bodoquena, mergulha suavemente para a calha do rio Paraná, sendo a maior e mais homogênea unidade morfo-estrutural do Estado de Mato Grosso do Sul. Na área mapeada, esta unidade estende-se do rio Aporé (divisa com o Estado de Goiás) até o município de Antonio João, junto à fronteira com a República do Paraguai. Constitui-se essencialmente de arenitos triássicos e cretáceos, de extensos derrames de rochas básicas e secundariamente por coberturas sedimentares inconsolidadas do Cenozóico. Esta relativa homogeneidade litológica corresponde, também, a uma certa homogeneidade pedológica e geomorfológica. Assim sendo, na área onde ocorrem os derrames de rochas básicas, predominam Latossolos Roxo Eutróficos (LR_{e2} e LR_{e3}) e Distróficos (LR_{d3} e LR_{d4}) em áreas de relevos colinosos, com diferentes índices de dissecação, e em interflúvios tabulares, já descritos na unidade de Escarpas e Patamares da Serra de Maracaju. Sobre os arenitos triássicos e cretáceos mencionados, predominam solos Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV) Eutróficos, Distróficos e Chernozêmicos, e Latossolos Vermelho Escuros Distróficos (LED). Secundariamente, ocorrem Areias Quartzosas (AQ_2), que podem estar associadas a Latossolos de textura média e argilosa, Cambissolos Latossólicos e Solos Hidromórficos em algumas planícies aluviais dos maiores rios.

Predominam nesta área, ao lado de amplos interflúvios tabulares, colinas com índices intermediários de dissecação, exceção feita às bacias dos altos cursos dos rios Coxim e Jauru, que englobam parte do município de Camapuã. Nestas duas bacias a ocorrência, em grande extensão, da Formação Botucatu (arenitos de granulação fina e grossa) e de uma frequência maior de rios que em outras áreas, parece ser responsável pela intensa dissecação, observando-se, também, uma maior ocorrência de ravinas e voçorocas.

Como o mapeamento geomorfológico realizado teve o objetivo principal de fornecer subsídios para a ocupação da terra em áreas ainda pouco desenvolvidas do Estado de Mato Grosso do Sul, considerou-se oporor

tuna a inclusão de exemplos de possíveis aplicações deste mapeamento, bem como sugestões de trabalhos e estudos complementares.

Considerando-se que, para a agricultura mecanizada em grandes parcelas, as declividades de vertentes devem estar preferencialmente abaixo de 10º de inclinação para haver uma boa drenagem e reduzir o risco de erosão, terrenos que possuam formas de relevo com entalhamento vertical de "muito fraco" a "fraco" (1º dígito na legenda do mapeamento geomorfológico) são os mais desejáveis. Com relação ao espaçamento entre os talvegues (2º dígito) não há nenhuma restrição em termos de formas de relevo. Deve-se ressaltar que a disponibilidade ou escassez de água deve ser considerada quando se pretende implantar culturas que eventualmente necessitem de irrigação durante os prolongados períodos de seca.

As áreas que apresentam formas de relevo com entalhamento vertical "mediano" a "forte" também podem ser utilizadas para atividades agrícolas, desde que sejam tomadas medidas preventivas contra a erosão, como a construção de banquetas, terraços, drenos, etc. Evidentemente, tais obras dispendiosas somente serão de interesse para culturas "nobres", ou seja, para aquelas que propiciem um elevado rendimento por hectare plantado.

As únicas restrições, em termos de relevo, dizem respeito aos relevos residuais (PR) e cristas (CR), que deveriam permanecer como áreas de uso restrito ou como áreas de proteção de mananciais.

A ocorrência, na região mapeada, de solos com fertilidade natural "média" a "elevada" em áreas de relevos com entalhamento vertical de "muito fraco" a "fraco", é de grande interesse para atividades agrícolas e pastorais, pois para estas áreas a relação custo - benefício é muito vantajosa. Sugere-se que, especialmente para estas áreas, seja elaborado um zoneamento agrícola que, além de informações sobre o relevo, deverá conter, entre outras, as seguintes informações:

- 1) Dados Pedológicos: análises físicas e químicas (padronizadas) para amostras de solos:
- 2) Dados Climatológicos: médias das mínimas e máximas mensais (temperatura e precipitação), evapotranspiração, fitoclimogramas das culturas, etc.;
- 3) Dados Hidrológicos: avaliação da disponibilidade ou escassez de água, a partir de dados de precipitação e de dados obtidos da perfuração de poços d'água (balanço hídrico).

Do ponto de vista de relevo, os sítios ideais para aglomerações urbanas são aqueles que apresentam amplos interflúvios ou colinas com extensas vertentes e declives suaves. Devem ser evitadas as planícies aluviais dos maiores rios, bem como chapadões que apresentem vertentes com menos de 30° de inclinação. Isto porque, no primeiro caso, haverá sempre o perigo de enchentes ocasionais, e no segundo caso, o problema da dificuldade de escoamento de águas de chuva, esgoto, etc. Por outro lado, existe a necessidade da proximidade das cidades em relação aos rios maiores para o suprimento de água, disposição de esgotos, etc. Assim sendo, as formas de relevo mais propícias para a implantação de áreas urbanas seriam os interflúvios tabulares e/ou colinas com índices de entalhamento vertical 1 e 2, e eventualmente 3.

Para efeito de planejamento de estradas de rodagem, o relevo ideal deve ser suavemente inclinado para facilitar a drenagem de águas de chuva e impedir a erosão. Além disso, deve ser pouco dissecado para diminuir os custos devidos a obras de terraplenagem (aterros e "caixas de empréstimo") e obras de arte (ponte, bueiros, obras de proteção de taludes, etc.). Desta maneira, as formas de relevo e índices de dissecação mais convenientes para a locação das estradas são semelhantes às aquelas sugeridas para a localização de cidades.

CAPÍTULO 4

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados obtidos da utilização de da
dos do LANDSAT para o levantamento do uso da terra e mapeamento geomor-
fológico na área do Projeto APAPORÉ, pôde-se chegar às seguintes con
clusões:

- 1) O uso da terra predominante é o pastoreio, apesar do uso agrí
cola mostrar-se significativo na área de estudo;
- 2) As áreas agrícolas estão concentradas quase que na sua totali
dade nos municípios situados ao norte da área de estudo;
- 3) As culturas predominantes na área são o soja e o arroz, fato es
te observado durante o trabalho de campo;
- 4) As matas galerias remanescentes na área de estudo estão locali
zadas ao longo dos rios principais;
- 5) A área ocupada com cerrado é bastante significativa, possibi-
litando, desta forma, o avanço da fronteira agro-pastoril;
- 6) Todas as formas de "cerrado" (exceto o cerrado) na área de es
tudo estão, de alguma maneira, sendo utilizadas como pastagens
naturais;
- 7) O mapeamento geomorfológico da área de estudo poderá fornecer
subsídios para a ocupação da terra em áreas ainda pouco desen
volvidas, dentro do Projeto APAPORÉ.

Ao final deste trabalho deve ser lembrado que os resulta-
dos obtidos e as discussões apresentadas sobre o uso da terra na área
de estudo são válidos para 1980. Com a abertura de novas estradas na
área de atuação do Projeto APAPORÉ, os mapas de uso da terra deverão
ser atualizados, principalmente os municípios sob a influência da in
fra-estrutura básica a ser implantada.

- 66 -

Com o advento de novos satélites de recursos naturais, como o LANDSAT-4 e o SPOT que possuirão sensores com melhores resoluções, e com o desenvolvimento de novas metodologias de utilização desses dados, um maior detalhamento das classes de uso da terra poderá ser conseguido, chegando-se, futuramente, à previsão de safra agrícola da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paranê. *Boletim Paulista de Geografia*, (24):3-24, 1956.
- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T.; WITNER, R.E. *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. Washington, DC, U.S. Geological Survey, 1976. (Paper nº 964).
- BOLETIM TÉCNICO DA DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. Rio de Janeiro, nº 18, 1971. 839 p. Levantamento de reconhecimento de solos do sul do Estado de Mato Grosso.
- BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro Oeste - SUDECO (BRASIL/MINTER/SUDECO). *Estudo de desenvolvimento integrado da bacia do Alto Paraguai; Relatório da 1ª fase - Descrição física e Recursos Naturais*. Convênio: Governo Brasileiro-UNOP-OEA, Brasília, 1979. T.2.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL (CODESUL). *Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul - escala 1:1.000.000*. Rio de Janeiro, 1980.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). *Carta Geológica do Brasil ao milionésimo; Folha Brasília (SE-22)*. Brasília, 1977.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). *Projeto Bonito - Aquidauana; relatório final*. Rio de Janeiro, 1978. V.1.
- DUTRA, L.V.; SOUZA, R.C.; LI, F.A.M.; MOREIRA, J.C. *Análise automática de imagens multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981. 33 p. (INPE-2212-MD/009).
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sinopse preliminar do censo demográfico de 1980*. Rio de Janeiro, no prelo.
- GENERAL ELECTRIC (GE). *Image-100 interactive multiespectral image analysis system; user manual*. Daytona, 1975.
- INNOCÊNCIO, N.R. Hidrografia. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil; Região Centro Oeste*. Rio de Janeiro, 1977. V.4, p.85-112.

- KELLER, E.C. de S.; MAGNANINI, R.L. da C. População. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil*; Região Centro Oeste. Rio de Janeiro, 1977. V.4, p.133-191.
- MOREIRA, A.A.N. Relevo. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil*; Região Centro Oeste. Rio de Janeiro, 1977. V.4, p.1-34.
- NIMER, E. Clima. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil*; Região Centro Oeste. Rio de Janeiro, 1977. V.4, p.35-58.
- PARDE, M. Alguns aspectos da hidrografia brasileira. *Boletim Geográfico*, 16(143):161-219, mar./abr., 1958.
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; DUARTE, V. *Exemplo de Aplicação de dados do sistema LANDSAT, no estudo das relações entre compartimentação topográfica e qualidade de pastagens no município de Paragominas (PA)*. São José dos Campos, INPE, jun. 1980. 59p. (INPE-1756-RPE/145).
- SANTOS, A.P.; FORESTI, C.; NOVO, E.M.L.M.; NIERO, M.; LOMBARDO, M.A. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações no uso da terra*. São José dos Campos, INPE, nov. 1981. 61p. (INPE-2261-MD/016).
- SANTOS, L.B.; INNOCÊNCIO, N.R.; GUIMARÃES, M.R. da S. Vegetação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil*; Região Centro Oeste. Rio de Janeiro, 1977. V.4. p. 59-84.
- SANTOS, R.B. dos Aspectos da hidrografia brasileira. *Revista Brasileira de Geografia*, 24(3):327-375, jul./set. 1962.
- SAUSEN, T.M.; NOVO, E.M.L.M. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geomorfologia*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981. 39p. (INPE-2209-MD/007).
- STEFFEN, C.A.; LORENZETTI, J.A.; STECH, J.L.; SOUZA, R.C.M. *Sensoriamento remoto: princípios físicos; sensores e produtos; e sistema LANDSAT*. São José dos Campos, INPE, set., 1981. 81p. (INPE-226-MD/013).
- VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER: manual do usuário*. São José dos Campos, INPE, jul. 1978. (INPE-1315-NTI/110).